



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

### **Usage guidelines**

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

### **About Google Book Search**

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



## A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

## Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

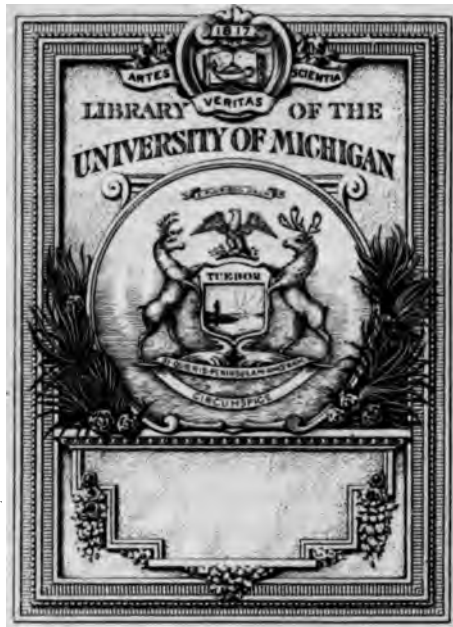
Nous vous demandons également de:

- + *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.
- + *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.
- + *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.
- + *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

## À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse <http://books.google.com>

**B** 1,063,322













**COMPTES RENDUS**  
**HEBDOMADAIRES**  
**DES SÉANCES**  
**DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.**

---

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

---

# COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

36234

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

*En date du 13 Juillet 1885,*

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT-DIXIÈME

JANVIER — JUIN 1890.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES  
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,  
Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

—

11

---

---

# ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1<sup>er</sup> JANVIER 1890.

## SCIENCES MATHÉMATIQUES.

### SECTION I<sup>re</sup>. — *Géométrie.*

Messieurs :

HERMITE (Charles) (C. \*).  
BONNET (Pierre-Ossian) (O. \*).  
JORDAN (Marie-Ennemond-Camille) \*.  
DARBOUX (Jean-Gaston) \*.  
POINCARÉ (Jules-Henri) \*.  
PICARD (Émile).

### SECTION II. — *Mécanique.*

RESAL (Henry-Amé) (O. \*).  
LÉVY (Maurice) (O. \*).  
BOUSSINESQ (Valentin-Joseph) \*.  
DEPREZ (Marcel) (O. \*).  
SARRAU (Jacques-Rose-Ferdinand-Émile) (O. \*).  
N. . . . .

### SECTION III. — *Astronomie.*

FAYE (Hervé-Auguste-Étienne-Albans) (G. O. \*).  
JANSSEN (Pierre-Jules-César) (O. \*).  
LÉWY (Maurice) (O. \*).  
MOUCHEZ (Contre-Amiral Ernest-Amédée-Barthélemy) (C. \*).  
TISSERAND (François-Félix) \*.  
WOLF (Charles-Joseph-Étienne) \*.

### SECTION IV. — *Géographie et Navigation.*

PARIS (Vice-Amiral François-Edmond) (G. C. \*).  
JURIEN DE LA GRAVIÈRE (Vice-Amiral Jean-Pierre-Edmond) (G. C. \*).  
ABBADIE (Antoine-Thompson D') \*.  
BOUQUET DE LA GRYE (Jean-Jacques-Anatole) (C. \*).  
GRANDIDIER (Alfred) \*.  
BUSSY (Marie-Anne-Louis DE) (G. O. \*).

**SECTION V. — Physique générale.**

Messieurs :

FIZEAU (Armand-Hippolyte-Louis) (O. \*).  
 BECQUEREL (Alexandre-Edmond) (C. \*).  
 CORNU (Marie-Alfred) \*.  
 MASCART (Éleuthère-Élie-Nicolas) (C. \*).  
 LIPPMANN (Gabriel) \*.  
 BECQUEREL (Antoine-Henri) \*.

**SCIENCES PHYSIQUES.****SECTION VI. — Chimie..**

FREMY (Edmond) (C. \*).  
 CAHOURS (Auguste-André-Thomas) (C. \*).  
 FRIEDEL (Charles) (O. \*).  
 TROOST (Louis-Joseph) (O. \*).  
 SCHÜTZENBERGER (Paul) (O. \*).  
 GAUTIER (Émile-Justin-Armand) \*.

**SECTION VII. — Minéralogie.**

DAUBRÉE (Gabriel-Auguste) (G. O. \*).  
 PASTEUR (Louis) (G. C. \*).  
 DES CLOIZEAUX (Alfred-Louis-Olivier LEGRAND) O. \*.  
 HÉBERT (Edmond) (C. \*).  
 FOUQUÉ (Ferdinand-André) \*.  
 GAUDRY (Jean-Albert) (O. \*).

**SECTION VIII. — Botanique.**

DUCHARTRE (Pierre-Étienne-Simon) (O. \*).  
 NAUDIN (Charles-Victor) \*.  
 TRÉCUL (Auguste-Adolphe-Lucien).  
 CHATIN (Gaspard-Adolphe) (O. \*).  
 VAN TIEGHEM (Philippe-Édouard-Léon) \*.  
 BORNET (Jean-Baptiste-Édouard) \*.

**SECTION IX. — Économie rurale.**

Messieurs :

- PELIGOT (Eugène-Melchior) (G. O. \*).
- SCHLÆSING (Jean-Jacques-Théophile) (O. \*).
- REISET (Jules) (O. \*).
- CHAUVEAU (Jean-Baptiste-Auguste) (O. \*).
- DEHÉRAIN (Pierre-Paul) (O. \*).
- DUCLAUX (Pierre-Émile) (O. \*).

**SECTION X. — Anatomie et Zoologie.**

- QUATREFAGES DE BRÉAU (Jean-Louis-Armand DE) (C. \*).
- BLANCHARD (Charles-Émile) (O. \*).
- LACAZE-DUTHIERS (Félix-Joseph-Henri DE) (C. \*).
- EDWARDS (Alphonse MILNE-) (O. \*).
- SAPPEY (Phibert-Constant) (C. \*).
- RANVIER (Louis-Antoine) \*.

**SECTION XI. — Médecine et Chirurgie.**

- MAREY (Étienne-Jules) (O. \*).
- RICHTER (Didier-Dominique-Alfred) (C. \*).
- CHARCOT (Jean-Martin) (O. \*).
- BROWN-SÉQUARD (Charles-Édouard) \*.
- BOUCHARD (Charles-Jacques) \*.
- VERNEUIL (Aristide-Auguste-Stanislas) (C. \*).

**SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.**

- BERTRAND (Joseph-Louis-François) (C. \*), pour les Sciences mathématiques.
- BERTHELOT (Marcelin-Pierre-Eugène) (G. O. \*), pour les Sciences physiques.

**SECRÉTAIRE PERPÉTUEL HONORAIRE.**

- PASTEUR (Louis) (G. C. \*).

**ACADÉMICIENS LIBRES.**

Messieurs :

LARREY (le Baron Félix-Hippolyte) (G. O. \*).  
 LESSEPS (Ferdinand-Marie DE) (G. C. \*).  
 FAVÉ (Général Idelphonse) (G. O. \*).  
 DAMOUR (Augustin-Alexis) (O. \*).  
 LALANNE (Léon-Louis CHRÉTIEN-) (G. O. \*).  
 FREYCINET (Charles-Louis DE SAUCES DE) (O. \*).  
 HATON DE LA GOUPILLIÈRE (Julien-Napoléon) (O. \*).  
 JONQUIÈRES (Vice-Amiral Jean-Philippe-Ernest DE FAUQUE DE)  
 (G. O. \*).  
 CAILLETET (Louis-Paul) (O. \*).  
 N. . . . .

**ASSOCIÉS ÉTRANGERS.**

OWEN (Sir Richard) (O. \*), à Londres.  
 KUMMER (Ernest-Édouard), à Berlin.  
 AIRY (Sir George-Biddell) \*, à Greenwich.  
 TCHÉBICHEFF (Pafnutij), à Saint-Pétersbourg.  
 CANDOLLE (Alphonse DE) \*, à Genève.  
 S. M. Dom PEDRO D'ALCANTARA (G. C. \*).  
 THOMSON (Sir William) (C. \*), à Glasgow.  
 BUNSEN (Robert-Wilhelm-Eberhard) (O. \*), à Heidelberg.

**CORRESPONDANTS.**

NOTA. — Le règlement du 6 juin 1868 donne à chaque Section le nombre de Correspondants suivant :

**SCIENCES MATHÉMATIQUES.****SECTION I<sup>re</sup>. — Géométrie (6).**

NEUMANN (Franz-Ernest), à Königsberg.  
 SYLVESTER (James-Joseph), à Baltimore.  
 WEIERSTRASS (Charles) \*, à Berlin.  
 KRONECKER (Léopold) \*, à Berlin.  
 BRIOSCHI (François), à Milan.  
 SALMON (George), à Dublin.



**SECTION II. — Mécanique (6).**

Messieurs :

- CALIGNY (Anatole-François HÛE, Marquis DE) \*, à Versailles.  
 BOILEAU (Pierre-Prosper) (O. \*), à Versailles.  
 COLLADON (Jean-Daniel) \*, à Genève.  
 DAUSSE (Marie-François-Benjamin) \*, à Grenoble.  
 N. . . . .  
 N. . . . .

**SECTION III. — Astronomie (16).**

- HIND (John-Russell), à Londres.  
 ADAMS (J.-C.), à Cambridge.  
 CAYLEY (Arthur), à Londres.  
 STRUVE (Otto-Wilhelm) (C. \*), à Pulkova.  
 LOCKYER (Joseph-Norman), à Londres.  
 HUGGINS (William), à Londres.  
 NEWCOMB (Simon), à Washington.  
 STEPHAN (Jean-Marie-Édouard) \*, à Marseille.  
 HALL (Asaph), à Washington.  
 GYLDÉN (Jean-Auguste-Hugo) \*, à Stockholm.  
 SCHIAPARELLI (Jean-Virginus), à Milan.  
 GOULD (Benjamin-Apthorp), à Cordoba.  
 WOLF (Rudolf), à Zurich.  
 LANGLEY (Samuel), à Washington.  
 N. . . . .  
 N. . . . .

**SECTION IV. — Géographie et Navigation (8).**

- TCHIHATCHEF (Pierre-Alexandre DE) (C. \*), à Saint-Pétersbourg.  
 RICHARDS (Contre-Amiral George-Henry), à Londres.  
 DAVID (Abbé Armand), missionnaire en Chine.  
 LEDIEU (Alfred-Constant-Hector) (O. \*), à Versailles.  
 NORDENSKIÖLD (Nils-Adolf-Erik Baron) (C. \*), à Stockholm.  
 IBAÑEZ DE IBERO (Général Charles) (G. O. \*), à Madrid.  
 TEFFÉ (le baron DE), à Rio de Janeiro.  
 N. . . . .

**SECTION V. — Physique générale (9).**

Messieurs :

WEBER (Wilhelm), à Göttingue.  
 HIRN (Gustave-Adolphe), à Colmar.  
 HELMHOLTZ (Hermann-Louis-Ferdinand) (C. \*), à Berlin.  
 STOKES (George-Gabriel), à Cambridge.  
 ABRIA (Jérémie-Joseph-Benoît) (O. \*), à Bordeaux.  
 CROVA (André-Prosper-Paul) \*, à Montpellier.  
 N. . . . .  
 N. . . . .  
 N. . . . .

**SCIENCES PHYSIQUES.****SECTION VI. — Chimie (9).**

HOFMANN (Auguste-Wilhelm), à Berlin.  
 MARIIGNAC (Jean-Charles GALISSARD DE), à Genève.  
 FRANKLAND (Edward), à Londres.  
 WILLIAMSON (Alexander-William), à Londres.  
 LECOQ DE BOISBAUDRAN (Paul-Émile dit François) \*, à Cognac.  
 CHANCEL (Gustave-Charles-Bonaventure) (O. \*), à Montpellier.  
 STAS (Jean-Servais) \*, à Bruxelles.  
 REBOUL (Pierre-Edmond) \*, à Marseille.  
 BAEYER (Adolf DE), à Munich.

**SECTION VII. — Minéralogie (8).**

KOKSCHAROW (Général Nicolas DE), à Saint-Pétersbourg.  
 FAVRE (Jean-Alphonse), à Genève.  
 HALL (James), à Albany.  
 PRESTWICH (Joseph), à Oxford.  
 GOSSELET (Jules-Auguste-Alexandre) \*, à Lille.  
 SCACCHI (Arcangelo), à Naples.  
 SUESS (Édouard), à Vienne.  
 POMEL (Nicolas-Auguste) \*, à Alger.

**SECTION VIII. — Botanique (10).**

Messieurs :

- HOOKER (Jos. Dalton), à Kew.  
 PRINGSHEIM (Nathanael), à Berlin.  
 SAPORTA (Louis-Charles-Joseph-Gaston, Marquis DE) \*, à Aix.  
 CLOS (Dominique), à Toulouse.  
 SIRODOT (Simon) \*, à Rennes.  
 GRAND'EURY (François-Cyrille) \*, à Saint-Étienne.  
 AGARDH (Jacob-Georg), à Lund.  
 MILLARDET (Alexis) \*, à Bordeaux.  
 MASTERS (Maxwel-Tylden), à Londres.  
 TREUB (Melchior), à Buitenzorg, près Batavia (Java).

**SECTION IX. — Économie rurale (10).**

- MARÈS (Henri-Pierre-Louis) \*, à Montpellier.  
 LAWES (John-Bennet), à Rothamsted, Saint-Albans station (Hertfordshire).  
 GASPARIN (Paul-Joseph DE) \*, à Orange.  
 DEMONTZÉY (Gabriel-Louis-Prosper) (O. \*), à Aix.  
 GILBERT (Joseph-Henry), à Rothamsted, Saint-Albans station (Hertfordshire).  
 CORVO (João DE ANDRADE) (G. C. \*), à Lisbonne.  
 LECHARTIER (Georges-Vital), à Rennes.  
 MENABREA (le comte Louis-Frédéric) (C. \*), à Rome.  
 HOUZEAU (Auguste) \*, à Rouen.  
 ARLOING (Saturnin) \*, à Lyon.

**SECTION X. — Anatomie et Zoologie (10).**

- BENEDEN (Pierre-Joseph VAN) (O. \*), à Louvain.  
 LOVÉN (Svenon-Louis), à Stockholm.  
 STEENSTRUP (Japetus), à Copenhague.  
 DANA (James-Dwight), à New-Haven.  
 HUXLEY (Thomas-Henry), à Londres.  
 VOGT (Carl) \*, à Genève.  
 AGASSIZ (Alexandre), à Cambridge (États-Unis).  
 FABRE (Jean-Henri) \*, à Sérignan (Vaucluse).  
 COTTEAU (Gustave-Honoré) \*, à Auxerre.  
 MARION (Antoine-Fortuné) \*, à Marseille.

**SECTION XI. — Médecine et Chirurgie (8).**

Messieurs :

VIRCHOW (Rudolph DE), à Berlin.  
 OLLIER (Louis-Xavier-Édouard-Léopold) (O. \*), à Lyon.  
 THOLOZAN (Joseph-Désiré) (O. \*), à Téhéran.  
 PALASCIANO (Ferdinand-Antoine-Léopold), à Naples.  
 HANNOVER (Adolphe), à Copenhague.  
 PAGET (Sir James), à Londres.  
 LÉPINE (Jacques-Raphaël) \*, à Lyon.  
 N. . . . .

*Commission pour administrer les propriétés et fonds particuliers  
de l'Académie.*

FREMY.  
 BECQUEREL (Edmond).  
 Et les Membres composant le Bureau.

*Changements survenus dans le cours de l'année 1889.*

(Voir à la page 15 de ce Volume.)

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

### DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

SÉANCE DU LUNDI 6 JANVIER 1890,

PRÉSIDENTE DE M. HERMITE.

---

#### RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président, qui doit être pris, cette année, dans l'une des Sections des Sciences physiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 49,

|                       |                   |               |
|-----------------------|-------------------|---------------|
| M. Duchartre          | obtient . . . . . | 44 suffrages. |
| M. de Lacaze-Duthiers | » . . . . .       | 3 »           |
| M. Trécul             | » . . . . .       | 1 »           |

M. **DUCHARTRE**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé Vice-Président pour l'année 1890.

L'Académie procède ensuite, par la voie du scrutin, à la nomination de deux Membres, qui seront appelés à faire partie de la Commission centrale administrative pendant l'année 1890, et qui doivent être pris, l'un dans les Sections de Sciences mathématiques, l'autre dans les Sections de Sciences physiques.

**MM. FREMY et EDMOND BECQUEREL**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, sont élus Membres de la Commission.

---

**M. DES CLOIZEAUX**, Président sortant, ne pouvant se rendre à la séance, adresse à l'Académie la Lettre suivante :

« **MESSIEURS ET CHERS CONFRÈRES,**

» Jusqu'au dernier moment, j'ai nourri l'espoir de me trouver aujourd'hui au milieu de vous. J'aurais été heureux de pouvoir remplir l'impérieux et agréable devoir de vous adresser de vive voix mes plus chaleureux remerciements, pour l'immense honneur par lequel vous avez voulu couronner ma longue carrière scientifique. Malheureusement, la maligne influence, qui me retient à la chambre depuis quinze jours, ne me permet pas encore de me mettre en route pour rentrer à Paris.

» Je suis donc forcé d'avoir, de nouveau, recours à la complaisance de mon éminent ami et successeur, M. Hermite, en le priant de remplir la tâche traditionnelle qui incombe au Président dans la première séance de janvier. Le talent avec lequel il a publiquement rendu compte, lundi dernier, des travaux de nos illustres et regrettés confrères, et la haute situation scientifique qu'il occupe dans le monde vous sont un sûr garant de la compétence et du dévouement absolu avec lesquels il saura présider vos futures séances. »

**M. HERMITE**, en l'absence de M. Des Cloizeaux, fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie, et les changements survenus parmi les Membres et les Correspondants pendant le cours de l'année 1889 :

*État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1<sup>er</sup> janvier 1890.*

*Volumes publiés.*

*Comptes rendus des séances de l'Académie.* — Le Tome CVI (1<sup>er</sup> semestre 1888) et le Tome CVII (2<sup>e</sup> semestre 1888) ont paru avec leur Table.

Les numéros de l'année 1889 ont été mis en distribution avec la régularité habituelle.

*Mémoires de l'Académie.* — Le Tome XLIII a été mis en distribution au mois d'octobre dernier. Ce Tome renferme un Mémoire de M. Yvon Villarceau sur l'établissement des arches de pont.

*Mémoires présentés par divers savants.* — Le Tome XXX a été mis en distribution au mois de juin dernier. Ce Tome renferme un Mémoire de M. Souillart, intitulé : « Théorie analytique des mouvements des satellites de Jupiter » ; un Mémoire de MM. Guyou et Simart, portant pour titre : « Développements de géométrie du navire avec applications aux calculs de stabilité des navires » ; un Mémoire intitulé : « Mission d'Andalousie. Études relatives au tremblement de terre du 25 décembre 1884, et à la constitution géologique du sol ébranlé par les secousses ».

Ce Mémoire a été publié, sous la direction de M. Fouqué, par MM. Michel Lévy, Marcel Bertrand, Barrois, Offret, Kilian, Bergeron et Bréon.

*Volumes en cours de publication.*

*Mémoires présentés par divers savants.* — Le Tome XXXI renferme un Mémoire de M<sup>me</sup> Sophie de Kovalevsky, intitulé : « Sur un cas particulier du problème de la rotation d'un corps pesant autour d'un point fixe, où l'intégration s'effectue à l'aide de fonctions ultra-elliptiques du temps. »

Ce Mémoire forme huit feuilles.

*Changements survenus parmi les Membres  
depuis le 1<sup>er</sup> janvier 1889.*

*Membres décédés.*

*Section de Géométrie* : M. HALPHEN, décédé le 21 mai.

*Section de Mécanique* : M. PHILLIPS, décédé le 14 décembre.

*Section de Chimie* : M. **CHEVREUL**, décédé le 9 avril.

*Membres libres* : M. **COSSON**, décédé le 31 décembre.

*Membres élus.*

*Section de Géométrie* : M. **PICARD**, le 11 novembre, en remplacement de M. Halphen, décédé.

*Section de Physique générale* : M. **HENRI BECQUEREL**, le 27 mai, en remplacement de M. Berthelot, nommé Secrétaire perpétuel.

*Section de Chimie* : M. **ARMAND GAUTIER**, le 17 juin, en remplacement de M. Chevreul, décédé.

*Secrétaires perpétuels* : M. **BERTHELOT**, le 25 février, en remplacement de M. Pasteur, démissionnaire et nommé Secrétaire perpétuel honoraire.

*Changements survenus parmi les Correspondants  
depuis le 1<sup>er</sup> janvier 1889.*

*Correspondants décédés.*

*Section de Mécanique* : M. **BROCH**, à Christiania, décédé le 5 février.

*Section d'Astronomie* : M. **WARREN DE LA RUE**, à Londres, décédé le 19 avril.

*Section de Géographie et Navigation* : M. **PISSIS**, à Santiago, décédé le 20 janvier.

*Section de Physique générale* : M. **JOULE**, à Manchester, décédé le 11 octobre.

*Section de Minéralogie* : M. **DE DÉCHEN**, à Bonn, décédé le 15 février; M. **LORY**, à Grenoble, décédé le 3 mai.

*Section d'Économie rurale* : M. **MARTINS**, à Montpellier, décédé le 8 mars.

*Section de Médecine et Chirurgie* : M. **DONDERS**, à Utrecht, décédé le 24 mars.

*Correspondants élus.*

*Section de Géographie et Navigation* : M. **DE TEFFÉ**, à Rio de Janeiro, le 4 février, en remplacement de M. le général Sabine, décédé.

*Section de Minéralogie* : M. **Suess**, à Vienne, le 23 décembre, en remplacement de M. de Déchen, décédé; M. **POMEL**, à Alger, le 23 décembre, en remplacement de M. Lory, décédé.



*Section d'Économie rurale* : M. **ARLOING**, à Lyon, le 1<sup>er</sup> juillet, en remplacement de M. Martins, décédé.

*Correspondants à remplacer.*

*Section de Mécanique* : M. **CLAUSIUS**, à Bonn, décédé le 24 août 1888; M. **BROCH**, à Christiania, décédé le 5 février 1889.

*Section d'Astronomie* : M. **D'OPPOLZER**, à Vienne, décédé le 26 décembre 1886; M. **WARREN DE LA RUE**, à Londres, décédé le 19 avril 1889.

*Section de Géographie et Navigation* : M. **PISSIS**, à Santiago, décédé le 20 janvier 1889.

*Section de Physique générale* : M. **TERQUEM**, à Lille, décédé le 16 juillet 1887; M. **KIRCHHOFF**, à Berlin, décédé le 17 octobre 1887; M. **JOULE**, à Manchester, décédé le 11 octobre 1889.

*Section de Médecine et Chirurgie* : M. **DONDERS**, à Utrecht, décédé le 24 mars 1889.

---

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **PRÉSIDENT** rappelle à l'Académie la perte douloureuse qu'elle a faite, depuis la séance précédente, dans la personne de M. *Cosson*, Membre libre de l'Académie, décédé le 31 décembre 1889. Les obsèques ont eu lieu le samedi 4 janvier 1890.

M. **J. BERTRAND** ajoute qu'aucun discours n'a été prononcé. La famille de M. *Cosson*, par un sentiment de sollicitude pour ceux qui étaient venus rendre les derniers devoirs à notre Confrère, avait fait connaître son désir que la cérémonie funèbre fût abrégée le plus possible.

M. Bertrand s'était d'abord proposé de prendre la parole au nom de l'Académie des Sciences, pour retracer, en quelques mots, la vie du botaniste éminent avec lequel il était lié depuis l'enfance. La Notice qu'il a préparée sera publiée prochainement, dans la forme accoutumée.

GÉOLOGIE. — *Analogies de gisement du diamant, d'une part, dans les gîtes de l'Afrique australe; d'autre part, dans les météorites; par M. DAUBRÉE (1).*

« Quoique le diamant résulte, comme chacun le sait, de la cristallisation de l'un des corps les plus abondants de l'écorce terrestre, les circonstances qui ont provoqué cet état cristallin ne se sont produites qu'avec une étonnante rareté, pendant la longue série des âges géologiques. Ces circonstances restent encore problématiques : aucune espèce minérale n'est aussi mystérieuse que le diamant dans son mode de formation.

» *Induction sur le gisement originare du diamant dans l'Afrique australe.* — Quand, il y a vingt-deux ans, cette pierre gemme fut découverte dans l'Afrique australe, l'étonnement fut extrême, non seulement de l'y rencontrer, et cela sur un espace très restreint, avec une abondance sans précédent; mais aussi, engagée dans des masses pierreuses ne ressemblant aucunement à celles auxquelles elle est associée au Brésil et dans l'Inde (2).

» Au lieu d'avoir, comme au Brésil, des compagnons tels que la tourmaline, l'anatase, la brookite, le diamant se présente en Afrique dans des massés à structure bréchiforme, où dominant des fragments de roches magnésiennes voisines de la serpentine et d'euphotide. Ces masses ont été poussées des profondeurs, à travers des cheminées à peu près circulaires et coupées comme à l'emporte-pièce. Le diamant y est enchâssé, ainsi que des minéraux variés : le diopside, souvent coloré en un beau vert par le chrome, l'enstatite, le grenat, le mica, la wollastonite, la vaalite, sorte de diallage en lamelles bronzées, le zircon, l'ilménite, le fer chromé, le rutile, le corindon et l'apatite. Des fragments de roches diverses : schiste, pegmatite, granite, leur sont associés. Les colonnes verticales qui constituent les gîtes diamantifères sont enclavées dans des schistes noirs et autres roches stratifiées, quelquefois aussi dans des mélaphyres. Ces colonnes

---

(1) Cette Note avait été présentée à l'Académie dans la séance du 23 décembre dernier.

(2) Dès 1874, M. E.-J. Dunn a donné une description très intéressante de ces gisements, à laquelle d'autres explorateurs, notamment MM. Stow, Chaper, Moulle ont ajouté de remarquables observations.

coupent brusquement les diverses roches encaissantes, quelle que soit leur nature, de manière à rappeler une intrusion violente et une poussée de bas en haut.

» Tous ces matériaux ne paraissent pas avoir été apportés par fusion, comme il est arrivé d'ordinaire; ils constituent une brèche éruptive, dans laquelle l'eau est intervenue.

» L'arrivée de cette brèche ne s'est pas faite en une fois; chaque mine présente des traces d'éruptions successives, que des différences de couleur et de composition rendent bien distinctes sur les parois verticales mises à nu par l'exploitation.

» L'ensemble du pays est formé par des couches rapportées à l'époque triasique et que traversent un grand nombre d'éruptions antérieures, principalement de mélaphyres. Postérieurement à la sortie des brèches diamantifères, il est survenu aussi des injections porphyriques qui coupent quelquefois ces dernières.

» Un échantillon provenant de la mine de de Beers, que M. Moulle, ancien ingénieur et directeur, a eu la bonté de me remettre, présente un diamant assez volumineux, encastré dans une roche d'un noir verdâtre qui, à raison de sa forte cohésion, lui avait paru présenter le diamant dans sa gangue originelle.

» Malheureusement, l'examen de la roche montre qu'il n'en est pas ainsi. Elle contient de menus débris, solidement cimentés et empâtés, ainsi que de gros fragments anguleux d'un vert clair, ayant l'aspect du péridot ou de la dunité, avec de la sahlite d'un vert de chrome, de la vaalite et de nombreux grenats.

» Outre ces minéraux, qui avaient déjà été signalés, la plaque présentait des octaèdres réguliers ayant les caractères du spinelle et des cristaux cubiques, jaune brunâtre et transparents, qui paraissent être de la pérowskite.

» Un fragment, traité par l'acide chlorhydrique étendu, fait une effervescence vive et prolongée. D'après l'examen chimique qu'en a bien voulu faire M. Stanislas Meunier, l'échantillon abandonne près de la moitié de son poids à l'acide chlorhydrique étendu et bouillant. Après une effervescence vive et prolongée, la solution, où flotte de la silice gélatineuse, renferme surtout de la magnésie, de l'alumine et du fer. C'est un mélange de carbonate de magnésie et de silicates hydratés, résultat de la décomposition des silicates anhydres.

» Plusieurs observateurs ont supposé que le diamant se serait formé

dans sa situation actuelle, c'est-à-dire sur la place qu'il occupe aujourd'hui. La présence de gaz carburés et de roches charbonneuses était de nature à leur servir d'argument. Mais il est extrêmement probable qu'il n'en est pas ainsi. Le diamant ne paraît pas avoir pris naissance au milieu des masses fragmentaires où nous le voyons, non plus que beaucoup des minéraux qui l'accompagnent. Le grenat, le zircon, le fer titané, par exemple, n'ont sans doute pu être engendrés qu'à une température supérieure à celle à laquelle la brèche diamantifère est venue au jour. Une seconde preuve est fournie par les nombreux cristaux de diamants brisés et par l'isolement complet de leurs fragments, dont on ne retrouve jamais la partie complémentaire, en contact mutuel avant la rupture. Enfin la différence de richesse des éjections successives et juxtaposées apporte le meilleur témoignage en faveur de cette seconde conclusion. Selon toute probabilité, le diamant a été apporté des régions profondes avec les matériaux fragmentaires qui le contiennent.

» D'après la nature des roches et des minéraux qui remplissent les cheminées d'ascension, nous sommes en droit de conclure que le diamant est originaire des régions infra-granitiques et des profondeurs considérables où domine le péridot (<sup>1</sup>), puisqu'il est arrivé vers la surface accompagné de ce minéral caractéristique et de masses serpentineuses qui résultent de sa transformation (<sup>2</sup>).

» Il n'est pas hors de propos de rappeler ici ce que l'on connaît sur le gisement du diamant de l'Australie. D'après M. le professeur Liversidge (<sup>3</sup>), les alluvions diamantifères de la Nouvelle-Galles du Sud, dans les provinces de Bingera et de Mudgee, avoisinent des éruptions basaltiques qui traversent des terrains dévonien ou carbonifère, et leur sont même parfois subordonnées. Il ne serait donc pas impossible qu'une étude plus complète de ces éruptions fit ultérieurement reconnaître une connexion entre ces roches éruptives et le diamant. Outre l'or et la cassitérite, ils contiennent du grenat, du corindon (saphir) et du spinelle.

» *Gisement du diamant dans des météorites de natures diverses.* — La supposition que nous venons d'émettre sur la matrice du diamant de l'Afrique

(<sup>1</sup>) A moins qu'on ne veuille supposer que le diamant se serait trouvé abondamment sur le trajet de ces roches vers le jour et qu'il aurait été transporté avec elles.

(<sup>2</sup>) Contrairement à l'hypothèse plus d'une fois émise que le diamant dériverait de la transformation de substances végétales, nous constatons ici sa nature inorganique, aussi bien que pour le graphite, dans des gisements analogues.

(<sup>3</sup>) *Minerals of New South Wales*, 1888.

du Sud parait la plus probable, non seulement à cause des millions de diamants qui se trouvent disséminés dans des dykes de petits calibres, mais surtout d'après les données remarquables que viennent de fournir des études récentes sur les météorites.

» Telle est d'abord la météorite tombée le 4 septembre 1886 en Russie, dans le gouvernement de Penza, à Novo-Urei. C'est une sporadosidère (1) contenant du fer nickelé, des silicates magnésiens consistant surtout en péridot et, en outre, une matière charbonneuse dans la proportion de 2, 26 pour 100. L'étude approfondie qu'en ont faite MM. Ierofeieff et Latschinoff leur a fait découvrir dans cette dernière substance charbonneuse une poussière fine, ayant la dureté du diamant et se transformant en acide carbonique par sa combustion dans l'oxygène. Le diamant ou carbonado se trouve dans la proportion d'environ 1 pour 100 du poids total de la météorite.

» Cette découverte, qui, à juste titre, a excité la surprise, a trouvé des analogues.

» Déjà, en 1846, Partsch et Haidinger, auxquels la connaissance des météorites est si redevable, avaient observé dans le fer météorique de Mangoura en Hongrie, plus généralement connu sous le nom d'Arva, dénomination du comté, du graphite en une forme cristalline appartenant au système cubique.

» Ayant cru reconnaître dans les cristaux la forme du cube combiné avec le pyritoïde de  $126^{\circ}32'$ , si fréquente dans la pyrite, ils supposèrent que ce graphite s'était substitué par épigénie à un cristal de pyrite. Cependant Gustave Rose (2), après avoir examiné l'échantillon avec le coup d'œil si remarquablement fin et exact qui caractérisait cet éminent cristallographe, n'admit pas cette supposition; car il y reconnut une forme holoédrique, celle du cube portant des pyramides sur ses faces. Il pensa donc que les cristaux pouvaient plutôt provenir de la transformation du diamant, bien que ce dernier minéral n'eût pas été rencontré dans les météorites. La composition chimique étant d'ailleurs la même dans les deux espèces, la transformation était d'autant plus facile à admettre que le diamant convenablement échauffé sans le contact de l'air se change en graphite.

» Il y a deux ans, des cristaux absolument semblables à ceux d'Arva furent signalés par M. Fletcher dans des fers météoriques ou holosidères de deux autres provenances : dans ceux de Youndegin (Australie occidentale)

(1) *Comptes rendus*, t. CVI, p. 1679.

(2) *Beschreibung und Entstehung der Meteoriten*, p. 40; 1864.

et de Cosby's Creek, Sevier C° (États-Unis). Une centaine de cristaux de graphite, ayant moyennement un quart de millimètre de côté, montraient pour forme prédominante le cube, avec les troncatures du dodécaèdre. Sur quelques-uns les arêtes étaient remplacées par les faces arrondies du tétrakishexaèdre. Le savant minéralogiste anglais donna le nom de *cliftonite* à ce qu'il considérait comme pouvant être une troisième sorte du carbone, à placer à la suite du diamant et du graphite hexagonal.

» De son côté, en examinant une douzaine d'échantillons de l'holosidère d'Arva, que possède le Musée impérial de Vienne, M. le Dr Brezina vient d'y découvrir du graphite également cristallisé en cube, portant les faces du tétrakishexaèdre; dans quelques-uns, les arêtes du cube atteignent 2<sup>mm</sup>,5 de longueur.

» Un échantillon de ce fer météorique d'Arva, remarquablement riche en cristaux de phosphore de nickel et de fer ou schreibersite, fut adressé par M. Brezina à M. Weinschenk, avec prière d'en faire l'examen chimique.

» Le résidu que ce fer laisse, après l'attaque par l'acide chlorhydrique étendu et à froid, forme à peu près 11 pour 100 du total. Ce résidu se compose de plusieurs substances. Outre un carbure de fer et deux alliages distincts de fer et de nickel, M. Weinschenk reconnut de petits grains transparents, eux-mêmes de diverses natures, les uns incolores, les autres colorés en jaune ou verdâtres, qui paraissent devoir être rapportés à l'ensatite, à l'augite et à la tridymite. En outre, il en est d'incolores, isotropes, et qui rayent avec facilité une face polie de rubis. Leur densité est 3,1. Ils sont inattaquables par les acides. Soumis à chaud à un courant d'oxygène, ils se transforment en acide carbonique, dont le poids correspond à 95,4 pour 100 de carbone dans l'échantillon examiné.

» D'après ces recherches, M. Weinschenk ne doute pas de la nature du diamant, non plus que l'avaient fait antérieurement MM. Ierofieff et Latschinoff, lors de leur étude de la météorite de Novo-Urei.

» Ainsi, l'existence du diamant, dans des météorites de types très différents, tant en nature et à l'état pulvérulent que transformé en graphite, paraît devoir être aujourd'hui admise.

» Ces premiers résultats feraient même supposer que le diamant est loin d'y être rare. Mais, lorsque le diamant est à l'état pulvérulent, comme dans les météorites, des recherches toutes spéciales sont nécessaires pour qu'il n'échappe pas à l'investigation.

» On sait d'ailleurs que le carbone libre se trouve, non seulement dans les météorites dites *charbonneuses*, mais aussi dans toutes les holosidères.

» *Analogies des gisements du diamant dans l'Afrique australe et dans les météorites.* — Ce qui rend le gisement du diamant dans les météorites encore plus digne d'intérêt, ce sont les analogies qu'il présente, malgré certaines différences, avec celui qui contient si abondamment cette même gemme dans l'Afrique australe.

» Entre ce dernier et la météorite de Novo-Urci, dont la substance pierreuse consiste presque entièrement en péridot, la ressemblance est manifeste.

» En outre, le péridot étant le compagnon fidèle, on peut dire inséparable du fer météorique, la présence du diamant dans les holosidères d'Arva, de Youndegin et de Cosby's Creek, les rapproche de la roche diamantifère terrestre qui nous occupe, autant que les fers météoriques se rapprochent des météorites pierreuses ordinaires auxquelles, malgré une grande différence d'aspect, ils se rattachent par une chaîne continue.

» Nous arrivons ainsi à franchir une étape vers la connaissance de la roche-mère du diamant et les conditions où le diamant a acquis sa cristallisation.

» La similitude antérieurement signalée entre les roches météoritiques et les masses profondes de notre globe ressort, avec un caractère encore plus intime et plus frappant, par l'apparition, de part et d'autre, d'un minéral aussi rare que l'est le diamant dans l'écorce terrestre.

» Une telle coïncidence rehausse encore l'intérêt du péridot qui, à raison de son ubiquité, a été qualifié de scorie universelle.

» Ce nouveau trait d'union entre les roches terrestres et les roches extra-terrestres rappelle celui que nous révèlent les masses de fer natif nickelifère d'Ovifak. Accompagnées de graphite, elles forment comme cortège aux éruptions colossales qui se sont épanchées sur une partie du Groenland. Cependant, elles sont tellement semblables aux météorites qu'elles ont d'abord été considérées comme telles, jusqu'à ce que les courageuses explorations de MM. Steenstrup et Nauckhoff eussent prouvé leur origine terrestre en démontrant qu'elles faisaient parties intégrantes d'épanchements de dolérites. C'est ce que les belles recherches de Lawrence Smith ont achevé de prouver (1). Outre le péridot en fragments abondants et à contours arrondis, ces dolérites contiennent du corindon et du spinelle. En outre, la présence du carbone dans ces grandes profondeurs est at-

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 5<sup>e</sup> série, t. XVI; 1879.

testée par les mêmes masses de fer, qui en contiennent jusqu'à 4,7 pour 100 de leur poids, dont 3,5 combiné et 1,1 libre (1).

» Si l'on réfléchit à ces deux circonstances : d'une part, combien sont rares les gisements de diamants à la surface de la terre; d'autre part, combien ils paraissent comparativement plus abondants dans les parcelles tombées des espaces célestes, qu'il nous a été donné de recueillir, et dont la masse est si minime par rapport à celle du globe terrestre, on est amené à cette induction que les parties internes de notre planète doivent receler avec abondance cette mystérieuse espèce minérale. Les cheminées éruptives de l'Afrique australe, qui en ont apporté tant de millions de cristaux, quoique leur section horizontale ne dépasse pas une trentaine d'hectares, nous font entrevoir cette richesse, qui est destinée sans doute à rester pour nous toujours à l'état latent. Ce sont des regards pratiqués à travers la voûte terrestre et ouverts jusque sur les régions profondes, comme pour nous les faire connaître et apprécier.

» De même que pour les blocs de fer natif du Groenland, il a fallu des convulsions exceptionnelles pour faire monter les masses diamantifères jusqu'au jour. »

CHIMIE. — *Sur quelques nouvelles fluorescences.*

Note de M. **LECOQ DE BOISBAUDRAN.**

« J'ai obtenu de nouvelles fluorescences en prenant, comme matières actives, la samarine et les terres  $Z\alpha$ ,  $Z\beta$ ; et, comme dissolvants solides, la silice et la zircone calcinées (2). J'indiquerai seulement ici les principales positions spectrales.

» *Silice et samarine.* — De la silice (extraite du  $\text{SiCl}_4$ ) fut arrosée d'acétate de samarine, puis calcinée vers la fusion de l'argent. Au moment de l'établissement du courant induit, la matière fluoresce en rose rouge d'intensité assez modérée et donne une bande rouge très large. Si le cou-

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 1541 et t. LXXV, p. 241.

(2) M. Crookes range  $\text{SiO}_2$  et  $\text{ZrO}_2$  au nombre des corps qui ne lui ont pas donné de fluorescence avec la samarine (*Phil. Trans.*, Part II, p. 711; 1885). Cet insuccès du savant chimiste anglais tient probablement à ce que les calcinations n'étaient pas opérées à une température suffisamment élevée; car, en réalisant cette condition, on obtient de belles fluorescences avec la silice et la zircone samarifères.



rant électrique continue de passer, la fluorescence rose rouge s'atténue et fait en partie place au bleu ordinaire de la silice pure. La même matière, très fortement calcinée, fournit une belle fluorescence orangée qui se résout en trois bandes larges et nébuleuses, chacune desquelles porte une raie un peu nébuleuse, mais très distincte.

|    | $\lambda$       |   |
|----|-----------------|---|
| γ  | Vers 663,9..... | Commencement très nébuleux de la bande.   |
|    | γ 650,5.....    | Raie un peu nébuleuse. Très bien marquée.   |
|    | Vers 634,3..... | Fin très nébuleuse de la bande.   |
| αβ | Vers 629,9..... | Commencement très nébuleux de la bande.   |
|    | αβ 603,2.....   | Raie un peu nébuleuse. Assez forte. Plus forte que γ650,5.  |
|    | Vers 591,7..... | Fin de la nébulosité qui se dégrade à partir de la raie 603,2.  |
| βx | 580,5 environ.  | Commencement nébuleux, mais pas vague, de la bande.   |
|    | βx 566,2.....   | Raie un peu nébuleuse. Assez forte. Presque aussi forte que αβ603,2 et paraissant même la surpasser un peu pour certaines intensités électriques. |
|    | Vers 559,0..... | Fin d'un faible éclairage se dégradant à partir de la raie 566,2.   |

» *Zircone et samarine.* — Du chlorure de zirconium, additionné de samarine, fut traité par  $\text{SH}^2\text{O}^1$ , puis fortement calciné. La matière donne au premier instant une jolie fluorescence orangée montrant plusieurs raies bien définies, mais dont l'éclat et la netteté s'affaiblissent très rapidement si le flux électrique est maintenu.

|   | $\lambda$       |   |
|---|-----------------|---|
| α | Vers 651,9..... | Milieu apparent d'une bande large et faible.  |
|   | 625,9 environ.  | Commencement nébuleux, mais pas vague, d'une bande très bien marquée et portant trois raies assez distinctes (surtout la première et la troisième) au premier instant, mais devenant rapidement confuses. |
|   | 623,0 environ.  | Milieu de la première raie. Liée à la suivante. Assez difficile à mesurer.  |
|   | Vers 619,2..... | Milieu de la deuxième raie. Difficile à mesurer.  |
|   | 614,3 environ.  | Milieu de la troisième raie.  |
|   | 611,1 environ.  | Fin très nébuleuse de la bande.   |
|   | 606,8.....      | Milieu d'une raie nébuleuse, mais pas très large. Un peu plus forte que 623,0 et 614,3.   |
|   | 598,8 environ.  | Raie très nébuleuse. Assez faible.  |
|   | 592,5 environ.  | Milieu apparent du maximum de lumière d'une petite bande, ou raie très nébuleuse. Intensité assez modérée, mais bien plus marquée que 598,8.  |

| $\lambda$          |   |
|--------------------|---|
| Vers 581,5.....    | Commencement très indécis d'une bande croissant vers la droite.   |
| 575,0 environ.     | Raie nébuleuse. Assez visible sur le fond au premier instant, mais s'y perdant bientôt.   |
| $\beta$ 569,8..... | Raie très nébuleuse. Beaucoup plus forte que 575,0. Termine la bande.   |
| 562,3 environ.     | Milieu apparent de l'ensemble d'une bande très nébuleuse. Assez facilement visible. Plus dégradée à droite qu'à gauche. Large de 8 $\lambda$ environ. |

» *Silice et Zx.* — De la silice (du  $\text{SiCl}^4$ ), additionnée de  $\frac{1}{210}$  de  $\text{Zx}^2\text{O}^3$ , fut arrosée avec  $\text{SH}^2\text{O}^3$  et fortement calcinée. La fluorescence est brillante et d'un beau jaune. Une forte bande jaune dissymétrique est le trait saillant du spectre. On aperçoit les bandes atténuées de  $\text{Z}\beta$ , cette terre existant en petite proportion dans la  $\text{Zx}$  employée. Si l'on prolonge l'action du flux électrique, les bandes, qui sont clairement dues à  $\text{Zx}$ , s'affaiblissent assez sensiblement, tandis que les autres, et en particulier celles de  $\text{Z}\beta$ , restent à peu près inaltérées.

| $\lambda$                |  |
|--------------------------|--|
| Vers 654,2.....          | Milieu apparent d'une assez faible et large bande très nébuleuse. Se voit aussi, mais un peu moins bien, avec $\text{SiO}^2 + \text{Z}\beta$ ( $\text{Z}\beta$ contient un peu de $\text{Zx}$ ). |
| 618,6 environ..          | Milieu d'une petite bande nébuleuse. Intensité modérée. N'occupe pas exactement la même position dans $\text{SiO}^2 + \text{Z}\beta$ .   |
| Vers 605,4.....          | Commencement très indécis de la bande jaune. ●   |
| $\alpha$ 577,8 à 577,4.. | Milieu du maximum de lumière du renforcement, ou grosse raie indécise et très nébuleuse. Forte. Cette position varie un peu avec l'intensité et avec la largeur de la fente.                     |
| Vers 556,7.....          | Fin très nébuleuse, mais moins vague que le commencement de la bande.  |
| Vers 501,9.....          | Commencement très vague d'une bande lentement dégradée du centre vers les bords et facilement visible. <i>Beaucoup</i> plus faible que la bande jaune.   |
| Vers 468,4.....          | Fin très vague de la bande.  |
| 457,3 environ..          | Milieu de la partie la plus lumineuse d'une bande très nébuleuse et d'une intensité assez modérée. Notablement plus faible que la précédente. Large de 6 à 7 $\lambda$ environ.                  |
| 456,0 environ..          | Milieu apparent de l'ensemble de la bande.   |

» *Zircone et Z $\alpha$* . — Du chlorure de zirconium, additionné de Z $\alpha$ , fut arrosé de SH<sup>2</sup>O<sup>4</sup> et fortement calciné. Avec  $\frac{1}{100}$  de Z $\alpha^2$ O<sup>3</sup> dans la zircone, on obtient une fluorescence jaune, assez jolie au premier instant, mais s'affaiblissant très vite sous l'action du flux électrique. Le spectre se compose de deux bandes, une jaune et une bleue, portant l'une et l'autre quelques raies nébuleuses. L'aspect est bien différent de celui de SiO<sup>2</sup> + Z $\alpha$ .

|   |   | λ.                   |  |
|---|---|----------------------|--|
| α | } | Vers 600,0.....      | Commencement très vague de la bande.   |
|   |   | 591,3 environ..      | Raie nébuleuse. D'intensité modérée au premier instant, mais s'évanouit rapidement.  |
|   |   | 585,7 environ..      | Raie nébuleuse. Facilement visible au premier instant. S'affaiblit très vite. Notablement plus forte que 591,3.  |
|   |   | α 579,3.....         | Raie un peu nébuleuse, ou nébuleuse. Assez grosse. Très bien marquée au premier instant, puis s'affaiblit sans s'éteindre. Bien plus forte que 585,7.  |
|   |   | Vers 561,4.....      | Fin très vague de la bande.  |
| β | } | Vers 499,7.....      | Commencement très vague de la bande. Le fond croît assez rapidement jusqu'à la raie β 491,15.  |
|   |   | β 491,15 environ.    | Milieu apparent d'une grosse raie très nébuleuse et assez peu distincte sur le fond, surtout à gauche où il y a plus de lumière qu'à droite. Assez bien marquée au premier instant, mais s'affaiblit vite. <i>Notamment</i> moins forte que α 579,3. |
|   |   |                      |  |
|   |   | Vers 470 à 471 ..... | Fin très vague de la bande.  |

» *Silice et Zβ*. — De la silice (du SiCl<sup>4</sup>), additionnée de  $\frac{1}{240}$  de Z<sup>2</sup>βO<sup>3</sup>, fut arrosée de SH<sup>2</sup>O<sup>4</sup> et fortement calcinée. La fluorescence est brillante et presque blanche au premier instant, puis elle prend une teinte verte. Cet effet vient de ce que la bande jaune de Z $\alpha$  (la Zβ employée contient un peu de Z $\alpha$ ) s'affaiblit, tandis que la forte bande verte de Zβ conserve son éclat. Si l'on a égard aux proportions de Zβ et de Z $\alpha$  en présence, on voit que la réaction fluorescente de Z $\alpha$  est ici beaucoup plus sensible que celle de Zβ; c'est aussi ce qu'on observe dans plusieurs autres milieux solides.

|  |  | λ.              |   |
|--|--|-----------------|---|
|  |  | Vers 654,2..... | Milieu apparent d'une large et faible bande très nébuleuse. Se voit aussi et même mieux, avec SiO <sup>2</sup> + Z $\alpha$ .                                       |
|  |  | 621,8 environ.. | Milieu d'une petite bande nébuleuse. Intensité très modérée. Un peu plus forte que 654,2. N'a pas été trouvée en même position dans SiO <sup>2</sup> + Z $\alpha$ . |

|   |                 |  |
|---|-----------------|--|
|   | λ.              |  |
| α | 553,9 environ.. | Commencement nébuleux, mais pas vague, d'une bande assez forte.  |
|   | 549,65 environ. | Milieu d'une raie assez grosse et nébuleuse se projetant sur la bande. Assez forte. Forme le premier renforcement de la bande.                                       |
|   | 544,39 environ. | Maximum de lumière, ou raie nébuleuse. Moins grosse et moins marquée que 549,65. Se projette sur la gauche du second renforcement de la bande.                       |
|   | 543,26 environ. | Milieu de l'ensemble du second renforcement.   |
|   | 539,5 environ.. | Fin <i>nébuleuse</i> , mais pas vague, de la bande.  |
|   | Vers 503,7..... | Commencement <i>très vague</i> d'une large bande.  |
|   | Vers 492,0..... | Milieu apparent du maximum d'intensité. Tombe à gauche du milieu général.  |
|   | Vers 489,8..... | Milieu apparent de l'ensemble de la portion notablement éclairée. La bande est facilement visible, mais <i>beaucoup</i> plus faible que α.                           |
|   | Vers 479,2..... | Fin très vague de la bande.  |
|   | 471,3 environ.. | Milieu apparent d'une bande très nébuleuse d'intensité assez modérée. Notablement plus faible que la précédente. Large de 10λ environ.                               |
| β | Vers 458,0..... | Milieu apparent de l'ensemble de la bande.   |
|   | Vers 457,3..... | Milieu apparent de la partie la plus lumineuse d'une petite bande très nébuleuse. Dégradée de droite à gauche. Un peu plus forte que la précédente. Large de 5 à 6λ. |
| β | β 439,25.....   | Milieu d'une grosse raie nébuleuse. Bien marquée. Forme le bord gauche d'une bande dégradée à droite.  |
|   | 435,49.....     | Milieu d'une raie nébuleuse, moins grosse que β 439.25. Intensité modérée sur le fond.   |
|   | Vers 433,0..... | Fin très vague de la bande.  |
|   | Vers 413,6..... | Milieu apparent du maximum de lumière d'une bande très nébuleuse, surtout à gauche. Intensité modérée. Large de 8 à 9λ environ. »                                    |

### MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. J. MUGNIER adresse une Note relative à l'art de guérir.

(Renvoi à la Section de Médecine.)

M. A. PÉPOS adresse une Note relative à un mode de direction des ballons.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

### CORRESPONDANCE.

M. le **MINISTRE DU COMMERCE, DE L'INDUSTRIE ET DES COLONIES** invite l'Académie à lui présenter une liste de candidats pour la chaire de Chimie générale au Conservatoire des Arts et Métiers, chaire devenue vacante par suite de la mise à la retraite de M. *Peligot*, sur sa demande.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. le **MAIRE DE LA VILLE DE DAX** (Landes) informe l'Académie qu'une souscription est ouverte pour élever une statue au chevalier *J.-Ch. de Borda*, né dans cette ville le 4 mars 1733.

La ville de Dax serait heureuse que l'Académie voulût bien prendre cette entreprise sous son haut patronage et participer à la souscription.

(Renvoi à la Commission administrative.)

M. **SUËSS**, nommé Correspondant pour la Section de Minéralogie, adresse ses remerciements à l'Académie.

M. **POMEL**, nommé Correspondant pour la Section de Minéralogie, adresse ses remerciements à l'Académie.

**MM. P. APPELL, J. BÖCKEL, CASPARI, CHARLOIS, A. COMBES, DRAKE DEL CASTILLO, J.-H. FABRE, DE FERRY DE LA BELLONE, FRANÇOIS-FRANCK, J. GAD et J.-F. HEYMANS, F. GONNESSIAT, F. HENNEGUY, J.-V. LABORDE, J.-V. LABORDE et MAGNAN, A. LAVERAN, A.-MICHEL LÉVY, P. LOYE, J. MORIN, H.-L. PETIT, PRILLIEUX, RAOULT, L. ROULE, P. VIEILLE, WIDMANN** adressent leurs remerciements à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux dans la dernière séance publique.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Borrelly, faites à l'observatoire d'Alger au télescope de 0<sup>m</sup>,80 et à l'équatorial coudé; par MM. TRÉPIED, RAMBAUD et RENAUX. Communiquées par M. Lœwy.*

| Dates<br>1889.    | Étoiles<br>de<br>comparaison.                  | Grand.         | (* ← - * ). |         | Nombre<br>de<br>compar. | Obs.           |
|-------------------|--|----------------|-------------|---------|-------------------------|----------------|
|                   |  |                | R.          | Déclin. |                         |                |
| Déc. 23 . . . . . | <i>a</i> W <sub>2</sub> n° 545 18 <sup>h</sup> | 9              | -0.35,90    | -5.19,2 | 8:8                     | T              |
| 23 . . . . .      | <i>a</i> Id.                                   | »              | -0.36,37    | -5.44,0 | 8:8                     | R <sup>d</sup> |
| 24 . . . . .      | <i>b</i> W <sub>2</sub> n° 550 18 <sup>h</sup> | 9              | +0.19,61    | -6.37,1 | 14:14                   | R <sup>d</sup> |
| 24 . . . . .      | <i>b</i> Id.                                   | »              | +0.20,39    | -7.23,7 | 8:8                     | R <sup>s</sup> |
| 24 . . . . .      | <i>b</i> Id.                                   | »              | +0.21,60    | -8.34,8 | 10:10                   | T              |
| 27 . . . . .      | <i>c</i> W <sub>2</sub> n° 643 18 <sup>h</sup> | 8              | -0. 0,28    | -7. 0,1 | 12:12                   | R <sup>d</sup> |
| 30 . . . . .      | <i>d</i> Lal. n° $\frac{34330 + 34331}{2}$     | 8 <sup>*</sup> | +0.14,24    | -6.32,5 | 7:4                     | R <sup>d</sup> |

*Positions des étoiles de comparaison.*

| Dates<br>1889.    | Étoiles. | Ascension<br>droite<br>moy. 1889,0. | Réduction<br>au jour. | Déclinaison<br>moy. 1889,0. | Réduction<br>au jour. | Autorités.     |
|-------------------|----------|-------------------------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|----------------|
| Déc. 23 . . . . . | <i>a</i> | 18.20.14,06                         | -0,40                 | +37.13.48,4                 | +2,5                  | W <sub>2</sub> |
| 24 . . . . .      | <i>b</i> | 18.20.22,87                         | -0,33                 | +36. 5. 0,6                 | +2,2                  | W <sub>2</sub> |
| 27 . . . . .      | <i>c</i> | 18.23.53,32                         | -0,15                 | +32.23.25,0                 | +1,6                  | W <sub>2</sub> |
| 30 . . . . .      | <i>d</i> | 18.26.43,85                         | +0,09                 | +28.25. 6,4                 | +0,9                  | Lalande        |

*Positions apparentes de la comète.*

| Dates<br>1889.    | Temps moyen<br>d'Alger. | Ascension<br>droite. | Log. fact.<br>parall. | Déclinaison. | Log. fact.<br>parall. |
|-------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|--------------|-----------------------|
| Déc. 23 . . . . . | 6.23. 9                 | 18.19.37,76          | 1,773                 | +37. 8.31,8  | 0,649                 |
| 23 . . . . .      | 6.32.30                 | 18.19.37,29          | 1,772                 | +37. 8. 7,0  | 0,666                 |
| 24 . . . . .      | 6. 9.35                 | 18.20.42,15          | 1,767                 | +35.58.25,7  | 0,636                 |
| 24 . . . . .      | 6.24.39                 | 18.20.42,93          | 1,766                 | +35.57.29,1  | 0,662                 |
| 24 . . . . .      | 6.42.57                 | 18.20.44,14          | 1,762                 | +35.56.28,0  | 0,693                 |
| 27 . . . . .      | 6.18.55                 | 18.23.52,89          | 1,747                 | +32.16.26,5  | 0,682                 |
| 30 . . . . .      | 6.39.33                 | 18.26.58,10          | 1,721                 | +28.18.34,8  | 0,730                 |

» Nébulosité un peu allongée, 2' environ d'étendue. Les mesures se rapportent à la partie centrale plus brillante.

» *Nota.* — La dernière observation du 24 décembre a été faite à l'équatorial coudé. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Brooks (6 juillet 1889), faites à l'observatoire de Nice, avec l'équatorial de 0<sup>m</sup>,38; par M. D. EGINITIS. Communiquées par M. Wolf.*

| Dates<br>1889. | $\Delta R.$ | Refr. | $\Delta \varphi.$ | Refr. | Nombre<br>de comp. | ★. |
|----------------|-------------|-------|-------------------|-------|--------------------|----|
| Nov. 13.....   | -2.40,68    | -0,02 | +3.52,1           | +0,5  | 4:4                | 1  |
| 15.....        | -4.41,89    | 0,00  | -2.55,9           | -0,4  | 4:4                | 2  |
| 16.....        | -0.46,17    | 0,00  | +2.56,5           | +0,3  | 8:10               | 3  |
| 18.....        | +1.14,71    | 0,00  | +3.49,6           | +0,3  | 4:4                | 4  |
| 19.....        | -0.12,33    | -0,01 | -1.57,0           | -0,4  | 11:11              | 5  |
| 20.....        | +1.24,70    | -0,01 | +2.21,5           | +0,4  | 6:6                | 6  |
| 22.....        | +0.28,36    | -0,01 | +2.18,2           | +0,4  | 8:8                | 7  |
| 23.....        | -1.10,55    | 0,00  | -2.27,9           | -0,3  | 6:6                | 8  |

*Étoiles de comparaison.*

| ★.   | Grandeur. | Asc. droite<br>moyenne<br>1889,0. | Réduction<br>au<br>jour. | Dist. pol.<br>moyenne<br>1889,0. | Réduction<br>au<br>jour. | Autorités.   |
|------|-----------|-----------------------------------|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|--|
| 1... | 9         | 23.49.10,23                       | +2,26                    | 90.53.46,6                       | -14,9                    | Lamont <sub>1</sub> , n° 9344                              |
| 2... | 9         | 23.52.23,79                       | +2,26                    | 90.44.40,4                       | -14,8                    | Lam <sub>1</sub> 9361 + Schj 9937 + Sant <sub>1</sub> 1408 |
| 3... | 7         | 23.49. 5,66                       | +2,24                    | 90.30.30,8                       | -14,8                    | Glasgow Catal. 6346  |
| 4... | 10        | 23.48.29,48                       | +2,21                    | 90.12.19,8                       | -14,8                    | Lam <sub>1</sub> 9339 + Rümker 11726                       |
| 5... | 9         | 23.50.45,37                       | +2,22                    | 90. 8.10,2                       | -14,7                    | Observations, Paris, 1882 (Lal. 46918)                     |
| 6... | 9         | 23.49.52,71                       | +2,20                    | 89.55.16,8                       | -14,7                    | Lam <sub>1</sub> 9346 + Schj 9919                          |
| 7... | 10        | 23.52.26,65                       | +2,19                    | 89.37.11,5                       | -14,7                    | Lamont <sub>1</sub> 9357 (1)                               |
| 8... | 8         | 23.54.53,16                       | +2,20                    | 89.33. 6,0                       | -14,7                    | Lamont <sub>1</sub> 9375 + Rümker 11858                    |

*Positions de la comète.*

| Dates<br>1889. | Temps moyen<br>de<br>Nice. | Ascension<br>droite<br>apparente. | Log. fact.<br>parall. | Dist. pol.<br>apparente. | Log. fact.<br>parall. |
|----------------|----------------------------|-----------------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|
| Nov. 13.....   | 11.37.20                   | 23.46.31,79                       | 1,522                 | 90.57.24,3               | 0,789 <sub>n</sub>    |
| 15.....        | 9. 4.58                    | 23.47.44,16                       | 2,993                 | 90.41.29,4               | 0,790 <sub>n</sub>    |
| 16.....        | 8. 3.40                    | 23.48.21,73                       | 3,398 <sub>n</sub>    | 90.33.12,8               | 0,793 <sub>n</sub>    |
| 18.....        | 7.48.46                    | 23.49.46,40                       | 2,284 <sub>n</sub>    | 90.15.54,9               | 0,791 <sub>n</sub>    |

(1) L'étoile est erronée dans Lamont en  $R$  et  $\varphi$ . Nous l'avons rapportée à Lamont<sub>1</sub> 9375 + Rümker 11858.

| Dates.<br>1889. | Temps moyen<br>de<br>Nice. | Ascension<br>droite<br>apparente. | Log. fact.<br>parall. | Dist. pol.<br>apparente. | Log. fact.<br>parall. |
|-----------------|----------------------------|-----------------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|
| Nov. 19... ..   | 10.22.33 <sup>h m s</sup>  | 23.50.35,25 <sup>h m s</sup>      | 1.414                 | 90.5.58,1                | 0,789 <sub>n</sub>    |
| 20... ..        | 9.27.44                    | 23.51.19,60                       | 1,251                 | 89.57.24,0               | 0,789 <sub>n</sub>    |
| 22... ..        | 9.40.36                    | 23.52.57,11                       | 1,320                 | 89.39.15,3               | 0,785 <sub>n</sub>    |
| 23... ..        | 8.13.30                    | 23.53.44,81                       | 1,732                 | 89.30.23,1               | 0,785 <sub>n</sub>    |

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions elliptiques.* Note  
de M. PAUL APPELL, présentée par M. Hermite.

« La représentation des fonctions elliptiques par le quotient de fonctions  $\theta$  peut être justifiée, *a priori*, à l'aide des considérations suivantes qui paraissent pouvoir être étendues aux fonctions de 2 variables avec quatre groupes de périodes.

» Soit  $f(x)$  une fonction uniforme doublement périodique aux périodes  $\omega$  et  $\omega'$ , se comportant comme une fraction rationnelle en tous les points à distance finie; cette fonction est le quotient de deux fonctions entières  $\varphi(x)$  et  $\psi(x)$  n'ayant pas de zéros communs et vérifiant les deux identités

$$\frac{\varphi(x+\omega)}{\psi(x+\omega)} = \frac{\varphi(x)}{\psi(x)}, \quad \frac{\varphi(x+\omega')}{\psi(x+\omega')} = \frac{\varphi(x)}{\psi(x)},$$

qui expriment que la fonction  $f(x)$  admet les deux périodes  $\omega$  et  $\omega'$ . La première de ces identités montre que les fonctions entières  $\varphi(x)$  et  $\varphi(x+\omega)$  ont les mêmes zéros, c'est-à-dire que leur quotient, qui n'admet plus ni zéros ni infinis, est de la forme  $e^{g(x)}$ ,  $g(x)$  désignant une fonction entière. On a donc

$$(1) \quad \frac{\varphi(x+\omega)}{\varphi(x)} = \frac{\psi(x+\omega)}{\psi(x)} = e^{g(x)}$$

on verrait de même que

$$(2) \quad \frac{\varphi(x+\omega')}{\varphi(x)} = \frac{\psi(x+\omega')}{\psi(x)} = e^{h(x)}$$

où  $h(x)$  désigne une fonction entière. Proposons-nous maintenant de simplifier, autant que possible, la forme de ces relations. D'après un Mémoire de M. Guichard (*Annales de l'École Normale*, novembre 1887), on sait qu'il



existe une infinité de fonctions entières  $\lambda(x)$  vérifiant l'identité

$$(3) \quad \lambda(x + \omega) - \lambda(x) = g(x);$$

une de ces fonctions  $\lambda(x)$  étant choisie, désignons par  $\mu(x)$  une fonction entière quelconque *admettant la période*  $\omega$ , et posons

$$\Phi(x) = \varphi(x)e^{-\lambda(x)-\mu(x)}, \quad \Psi(x) = \psi(x)e^{-\lambda(x)-\mu(x)},$$

de telle façon que la fonction  $f(x)$  soit égale au quotient des nouvelles fonctions entières  $\Phi(x)$  et  $\Psi(x)$ . En vertu des relations (1), (2) et (3), on aura, en posant, pour abrégé,

$$h(x) = \lambda(x + \omega') - \lambda(x) = v(x),$$

les équations

$$(4) \quad \Phi(x + \omega) = \Phi(x), \quad \Phi(x + \omega') = e^{v(x)-\mu(x+\omega')+\mu(x)}\Phi(x),$$

et pour  $\Psi$  les mêmes équations. Comme les fonctions  $\Phi(x)$  et  $\mu(x)$  admettent la période  $\omega$ , la seconde des équations (4) donne

$$e^{v(x+\omega)} = e^{v(x)}, \quad v(x + \omega) = v(x) - 2mi\pi,$$

$m$  désignant un entier. Cette dernière relation, écrite sous la forme

$$v(x + \omega) + \frac{2mi\pi}{\omega}(x + \omega) = v(x) + \frac{2mi\pi}{\omega}x,$$

montre que la fonction entière

$$v(x) + \frac{2mi\pi}{\omega}x$$

admet la période  $\omega$  et peut, par conséquent, être développée, par la formule de Fourier, en une série de la forme

$$v(x) + \frac{2mi\pi}{\omega}x = \sum_{n=-\infty}^{n=+\infty} a_n e^{\frac{2ni\pi}{\omega}x},$$

procédant suivant les puissances positives et négatives de  $e^{\frac{2\pi xi}{\omega}}$ . La fonction entière  $\mu(x)$ , qui, jusqu'à présent, a été assujettie à la seule condition d'admettre la période  $\omega$ , est développable en une série de même forme. La méthode des coefficients indéterminés montre immédiate-

ment (1) que l'on peut déterminer  $\mu(x)$  de telle façon que

$$\mu(x + \omega') = \mu(x) = v(x) + \frac{2mi\pi}{\omega}x = a_0.$$

» D'après ce choix de la fonction  $\mu(x)$ , les relations (4) se simplifient, et l'on arrive à cette conclusion, que la fonction doublement périodique  $f(x)$  peut être mise sous la forme du quotient de deux fonctions entières  $\Phi(x)$  et  $\Psi(x)$ , admettant l'une et l'autre la période  $\omega$  et vérifiant, en outre, les relations

$$\Phi(x + \omega') = e^{-\frac{2mi\pi}{\omega}x} \Phi(x), \quad \Psi(x + \omega') = e^{\frac{2mi\pi}{\omega}x + a_0} \Psi(x).$$

» Ces fonctions  $\Phi$  et  $\Psi$  sont développables en séries procédant suivant les puissances positives et négatives de  $e^{\frac{2\pi x i}{\omega}}$ ; ces séries devant être convergentes, l'entier  $m$  est nécessairement positif quand le signe du rapport des périodes est choisi comme d'habitude, et les fonctions  $\Phi$  et  $\Psi$ , calculées par la méthode des coefficients indéterminés, conduisent, comme il est bien connu, aux fonctions  $\theta$ .

» On voit quel intérêt il y aurait à étendre ces considérations aux fonctions quadruplement périodiques de deux variables. C'est ce qu'il semble possible de faire, en s'appuyant sur ce théorème de M. Poincaré :

» Une fonction de deux variables, qui se comporte à distance finie comme une fraction rationnelle, peut être mise sous la forme du quotient de deux fonctions entières ne s'annulant simultanément qu'aux points où la fonction est indéterminée (*Acta mathematica*, t. II). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales rationnelles des équations du premier ordre.* Note de M. P. PAINLEVÉ, présentée par M. Darboux.

« Bien des questions se ramènent à la recherche des intégrales rationnelles des équations différentielles. Étant donnée une équation différentielle d'ordre quelconque, on peut toujours trouver les polynômes qui vérifient cette équation, en déterminant une limite supérieure de leur degré. Plus généralement, si l'on connaît le nombre de racines distinctes

---

(1) Voyez encore le Mémoire de M. Guichard (*Annales de l'École Normale*, 1887, p. 377 à 379), où se trouve une analyse toute semblable.

de l'équation  $y_0 = R(x)$ , pour une certaine valeur  $y_0$  de  $y$ , par exemple, le nombre des pôles distincts de  $R(x)$  (ou une limite supérieure de ce nombre), on peut calculer les intégrales rationnelles  $y = R(x)$ , en déterminant une limite supérieure du degré des deux termes de  $R(x)$ . C'est ce qui se présente dans le cas des équations linéaires, dans le cas des équations du premier ordre telles que, pour une certaine valeur  $y_0$  de  $y$ , toutes les valeurs de  $y'$  soient nulles quel que soit  $x$  ( $y_0$  n'étant pas un point critique de  $y'$ ), etc. Mais ce sont là des conditions exceptionnelles. J'indiquerai ici une méthode qui permet *de résoudre sûrement la question pour les équations différentielles de la forme*

$$(1) \quad y' = F(y, x) = \frac{P(y, x)}{Q(y, x)},$$

où  $P$  et  $Q$  sont deux polynômes en  $y$  et  $x$ .

» Si  $(x_0, y_0)$  vérifient la relation

$$(2) \quad Q(x_0, y_0) = 0,$$

$x_0$  est un point critique de l'intégrale  $y$  qui prend, pour  $x = x_0$ , la valeur  $y_0$ ; à moins toutefois que  $(x_0, y_0)$  ne satisfassent aussi à la relation  $P = 0$ .

» D'après cela, la courbe

$$(3) \quad y = R(x)$$

ne peut rencontrer la courbe (2) qu'en des points qui lui soient communs avec la courbe  $P = 0$ . Pour éviter toute discussion relative aux points à l'infini, admettons qu'on ait effectué *respectivement* sur  $x$  et  $y$  la transformation homographique à une variable la plus générale. Dans ces conditions,  $P = 0$ ,  $Q = 0$  n'ont de points communs qu'à distance finie: soit  $(x_0, y_0)$  un de ces points. On sait reconnaître si l'équation (1) admet des intégrales holomorphes prenant pour  $x_0$  la valeur  $y_0$ , et déterminer, pour ces intégrales, l'ordre de  $(y - y_0)$  par rapport à  $(x - x_0)$ . On en déduit aussitôt l'ordre maximum de multiplicité du point  $(x_0, y_0)$  considéré comme point de rencontre de (2) et de (3). En faisant ce calcul pour tous les points tels que  $(x_0, y_0)$ , on obtient une limite supérieure  $\mu$  du nombre de points de-rencontre (distincts ou confondus) des courbes (2) et (3). Soient  $m$  le degré de  $Q$ ,  $n$  celui des deux termes de  $R$ ; la courbe (3) est de degré  $(n + 1)$ ; on a donc

$$\mu \leq m(n + 1);$$

d'où l'on déduit une limite de  $n$ . Les intégrales  $R(x)$  se calculent dès lors algébriquement. La méthode n'est en défaut que si l'équation (1) est une équation de Riccati, pour laquelle la question peut se traiter directement.

» Considérons maintenant l'équation

$$(4) \quad f(y', y, x) = 0,$$

irréductible par rapport à  $(y', y)$ , dont le premier membre est un polynôme en  $(y', y)$  et dépend algébriquement de  $x$ .

» Si  $f$  est irrationnel en  $x$ , on peut l'écrire

$$f = f_1 - \alpha f_2 - \dots - \alpha^{q-1} f_q,$$

$f_1, f_2, f_3, \dots$  étant rationnels en  $y', y, x$ , et  $\alpha$  désignant une irrationnelle en  $x$  définie par une relation irréductible de degré  $q$ . Toute intégrale rationnelle de (1) doit vérifier les relations  $f_1 = 0, f_2 = 0, \dots$ ; il en résulte que ces intégrales s'obtiennent algébriquement. Si, au contraire,  $f$  est rationnel en  $x$ , et de genre 0 par rapport à  $(y', y)$ , on ramène par des opérations purement algébriques l'équation (4) à la forme (1), et on lui applique la méthode.

» La méthode s'étend encore aux équations

$$(5) \quad y' = A(y, x) + B(y, x) \sqrt{C(y, x)};$$

il suffit de raisonner sur la courbe  $C = 0$  comme plus haut sur la courbe (2). Le procédé est en défaut si la relation  $C = 0$  définit des intégrales singulières de (5). Dans ce cas, on résout encore la question, si  $A$  est nul, en considérant les infinis de  $y'$ . Plus généralement, s'il existe une courbe  $H(y_0, x_0) = 0$ , telle que, pour  $(x_0, y_0)$ , toutes les valeurs de  $y'$  définies par (4) soient infinies (ou mal déterminées), la méthode précédente s'applique. Par exemple, elle fournit toutes les intégrales rationnelles des équations

$$(6) \quad y^p = F(y, x),$$

à moins toutefois que l'intégrale générale n'ait que des points critiques fixes; dans ce cas, l'équation s'intègre algébriquement, ou se ramène soit à une équation de Riccati soit à une quadrature :

$$(7) \quad y' = J(x) \sqrt{(y-a)(y-b)(y-c)(y-d)}.$$

» Cette équation est la seule équation de la forme (6) dont on ne puisse calculer algébriquement les intégrales rationnelles. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la distribution du courant dans les conducteurs à trois dimensions.* Note de M. P. JOUBIN, présentée par M. Mascart.

« Maxwell applique à la distribution du flux électrique dans un conducteur à trois dimensions les mêmes principes qu'en Électrostatique, par exemple le principe des images de Thomson. Je me suis proposé de vérifier expérimentalement que, étant donné un flux d'électricité  $+m$  par unité de temps émané d'un point A d'un milieu conducteur en contact avec un deuxième milieu par un plan indéfini P, on peut remplacer pour tous les points du premier milieu le plan par un flux  $\frac{K_2 - K_1}{K_2 + K_1} m$  émanant du point A' symétrique de A;  $K_1$  et  $K_2$  étant les résistances spécifiques des deux milieux, si  $\frac{K_2}{K_1}$  est très petit, ce flux devient sensiblement  $-m$ . On en déduit que le flux qui traverse un élément  $dS$  du plan P est proportionnel à l'angle sous lequel on le voit du point A, ou, en appelant  $\rho$  la distance de A à  $dS$ , en raison inverse de  $\rho^3$ .

» Le point A est une électrode à la Wollaston, reliée au pôle positif d'une pile. Le plan P est formé par deux feuilles de cuivre circulaires, de 22<sup>cm</sup> de diamètre, fendues le long d'un rayon chacune d'une ouverture de 1<sup>cm</sup> de large, les deux ouvertures étant superposées. Entre elles, on dispose une lame de platine rétablissant la continuité du plan. Enfin les deux lames sont serrées fortement l'une contre l'autre au moyen de vis de pression et placées au fond d'un vase de même diamètre sur une couche de mercure en communication avec l'autre pôle de la pile. Entre ces deux électrodes, on électrolyse une solution de sulfate de cuivre.

» L'expérience terminée, on retire la lame de platine et l'on analyse le dépôt en le dissolvant de centimètre en centimètre dans l'acide azotique. On a ainsi la quantité moyenne de cuivre par unité de surface, c'est-à-dire une grandeur proportionnelle au flux, pour des abscisses croissant de 1<sup>cm</sup> à partir du centre dans le sens du rayon. Au moyen des rectangles élémentaires représentant les poids de cuivre, on peut tracer une courbe. Soient  $a$  la distance normale  $AP = 4^{\text{cm}}$ ,  $x$  l'abscisse du point où la densité est  $\sigma$ ; cette courbe doit être représentée par une équation de la forme  $\sigma = \frac{A}{(a^2 + x^2)^2}$ , et l'intégrale  $\int \sigma dx = \frac{A}{a^2} \frac{x}{(a^2 + x^2)^2}$ , effectuée entre les limites successives 0-1, 1-2, ..., donner les poids trouvés par expérience. No-

tons que,  $a$  étant connu, une seule constante  $A$  entre dans la formule.

Voici les résultats de la comparaison avec la courbe  $\sigma = \frac{5230}{(16 - x^2)^2}$  :

| $x$ .         | $\int \sigma du$ . | Expériences. | $x$ .           | $\int \sigma du$ . | Expériences. |
|---------------|--------------------|--------------|-----------------|--------------------|--------------|
| 0-1 . . . . . | 79                 | 77           | 5-6 . . . . .   | 17                 | 15           |
| 1-2 . . . . . | 68                 | 70           | 6-7 . . . . .   | 12                 | 11,5         |
| 2-3 . . . . . | 50                 | 50           | 7-8 . . . . .   | 9                  | 9            |
| 3-4 . . . . . | 36                 | 39           | 8-9 . . . . .   | 6                  | 7,5          |
| 4-5 . . . . . | 23                 | 22,5         | 9-10 . . . . .  | 5,5                | 6,5          |
|               |                    |              | 10-11 . . . . . | 4                  | 4,5          |

» Ces nombres sont très concordants. Remarquons que le poids total déposé était de  $317^{\text{mgr}},5$  ; l'intégrale  $\int_0^{\infty} \sigma dx = 327^{\text{mgr}}$  n'en diffère que de 0,06. Le plan conducteur pouvait donc être regardé comme indéfini. Les  $10^{\text{mgr}}$  manquants s'étaient déposés sur le mercure et un peu sous le platine, dont l'adhérence n'était pas absolue. On voit d'ailleurs que sur les bords il y a de légères perturbations.

» On peut donc conclure que, dans le cas très simple étudié, l'extension du principe des images à l'électricité dynamique est légitime ; que les surfaces de flux et équipotentiellles sont les mêmes qu'en Électrostatique. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la valeur absolue des éléments magnétiques au 1<sup>er</sup> janvier 1890.* Note de M. TH. MOUREAUX, présentée par M. Mascart.

« *Parc Saint-Maur.* — Les observations magnétiques ont été poursuivies en 1889 avec les mêmes appareils et d'après les mêmes méthodes que les années précédentes. Le dépouillement des courbes du magnétographe est effectué pour toutes les heures du jour, et les valeurs correspondant aux repères sont établies par des mesures absolues, répétées toutes les semaines au moins. La sensibilité des appareils de variations est également vérifiée par de fréquentes graduations.

» Les valeurs absolues des éléments magnétiques au 1<sup>er</sup> janvier 1890 sont déduites de la moyenne des observations horaires, relevées pendant les journées du 31 décembre 1889 et du 1<sup>er</sup> janvier 1890. La variation séculaire des divers éléments en 1889 a été obtenue par comparaison

entre les valeurs suivantes et celles qui ont été données pour le 1<sup>er</sup> janvier 1889<sup>(1)</sup> :

|                            | Valeurs absolues<br>au<br>1 <sup>er</sup> janvier 1890. | Variation séculaire<br>en 1889. |
|----------------------------|---|---------------------------------|
| Déclinaison.....           | 15°41',4  | -- 6',0                         |
| Inclinaison.....           | 65°12',2  | -- 1',5                         |
| Composante horizontale.... | 0,19524   | + 0,00016                       |
| Composante verticale.....  | 0,42261   | -- 0,00014                      |
| Force totale.....          | 0,46553   | -- 0,00006                      |

» L'observatoire du Parc Saint-Maur est situé par 0°9'23" de longitude est, et 48°48'34" de latitude nord.

» La variation diurne de la déclinaison, qui s'était élevée à 10',9 en 1884, a diminué peu à peu en 1889 : elle est seulement de 7',2. Toutefois, l'amplitude est un peu plus grande en novembre et décembre derniers que dans les mêmes mois de 1888 : il semble donc que le minimum de la période undécennale soit atteint, et puisse être fixé à octobre-novembre 1889, époque qui correspond précisément à un minimum très marqué d'activité solaire.

» *Perpignan*. — L'observatoire météorologique et magnétique de Perpignan, dirigé par M. le D<sup>r</sup> Fines, est situé par 0°32'45" de longitude est, et 42°42'8" de latitude nord. Les observations magnétiques y sont faites au moyen d'instruments semblables à ceux de l'observatoire du Parc Saint-Maur, et calculées d'après les mêmes méthodes.

» Les valeurs des éléments magnétiques au 1<sup>er</sup> janvier 1890, déduites des 24 observations horaires relevées ce jour au magnétographe et rapportées aux mesures absolues faites les 23, 30 et 31 décembre 1889, sont les suivantes :

|                            | Valeurs absolues<br>au<br>1 <sup>er</sup> janvier 1890. | Variation séculaire<br>en 1889. |
|----------------------------|---|---------------------------------|
| Déclinaison.....           | 14°29',0  | -- 5',1                         |
| Inclinaison.....           | 60°18',5  | -- 0',7                         |
| Composante horizontale.... | 0,22205   | + 0,00012                       |
| Composante verticale.....  | 0,38943   | + 0,00002                       |
| Force totale.....          | 0,44829   | + 0,00008                       |

» La variation séculaire est donnée par la différence entre les valeurs ci-dessus et celles qui ont été communiquées pour le 1<sup>er</sup> janvier 1889. »

(1) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 56; 1889.

CHIMIE. — *Sur les pouvoirs réfringents des sels simples en dissolution.*

Note de M. E. DOUMER, présentée par M. Arm. Gautier.

« Une Note récente de M. B. Walter, parue aux *Annales de Wiedemann* (1), relative aux pouvoirs réfringents des sels, m'oblige à publier des recherches sur ce même sujet que je poursuis depuis plus de cinq ans. Mes observations ont porté sur 90 sels, tandis que 8 seulement ont été examinés par M. Walter.

» Je me suis servi, pour la détermination des pouvoirs réfringents, du *réfractomètre* de M. Trannin. Cet appareil permet de mesurer avec une grande précision les pouvoirs réfringents des solutions salines par rapport à l'eau, à la condition de n'opérer que sur des solutions très diluées. Dans mes expériences, les concentrations ont varié de 0,2 à 8 pour 100, suivant les cas.

» Soient  $\mu$  le pouvoir réfringent par rapport à l'eau du sel étudié;  $P_m$  le poids moléculaire de ce sel; j'appelle *pouvoir réfringent moléculaire* du sel par rapport à l'eau le produit  $\mu P_m$ .

» *Résultats.* — Les Tableaux suivants contiennent les résultats que j'ai obtenus avec les sels simples, et, pour chaque type de sel, la moyenne  $\mu P_m$  :

| <i>Chlorures.</i> |                             |         |             |            |                             |         |             |
|-------------------|-----------------------------|---------|-------------|------------|-----------------------------|---------|-------------|
| M'Cl.             |                             |         |             | M''Cl².    |                             |         |             |
|                   | $P_m$ .                     | $\mu$ . | $\mu P_m$ . |            | $P_m$ .                     | $\mu$ . | $\mu P_m$ . |
| LiCl.....         | 42,5                        | 0,560   | 22,8        | MgCl²..... | 95                          | 0,415   | 39,5        |
| AzH³Cl.....       | 53,5                        | 0,370   | 19,9        | CaCl²..... | 111                         | 0,402   | 44,6        |
| NaCl.....         | 58,5                        | 0,394   | 23,0        | CuCl²..... | 134                         | 0,300   | 40,2        |
| KCl.....          | 74,5                        | 0,278   | 20,7        | NiCl²..... | 130                         | 0,310   | 40,3        |
| RbCl.....         | 120,5                       | 0,176   | 21,3        | CoCl²..... | 130                         | 0,311   | 40,5        |
| CsCl.....         | 170                         | 0,121   | 21,5        | MnCl²..... | 126                         | 0,341   | 43,0        |
|                   | Moyenne de $\mu P_m$ : 21,5 |         |             | SrCl²..... | 158,5                       | 0,280   | 44,4        |
|                   |                             |         |             | CdCl²..... | 183                         | 0,240   | 43,9        |
|                   |                             |         |             | BaCl²..... | 208                         | 0,230   | 47,8        |
|                   |                             |         |             |            | Moyenne de $\mu P_m$ : 42,8 |         |             |
|                   |                             |         |             |            | M'''Cl³.                    |         |             |
|                   |                             |         |             |            | M''''Cl⁴.                   |         |             |
| AuCl³.....        | 303                         | 0,190   | 57,6        | PtCl⁴..... | 336                         | 0,267   | 89,8        |

(1) *Annalen der Physik und Chemie*, n° 9; 1889, p. 107.



## Azotates.

| $M'AzO^3$ .                           |         |         |             | $M'Az^2O^6$ .                          |         |         |             |
|---------------------------------------|---------|---------|-------------|--|---------|---------|-------------|
|                                       | $P_m$ . | $\mu$ . | $\mu P_m$ . |  | $P_m$ . | $\mu$ . | $\mu P_m$ . |
| LiAzO <sup>3</sup> .....              | 69      | 0,290   | 20,1        | CaAz <sup>2</sup> O <sup>6</sup> ..... | 164     | 0,270   | 44,3        |
| AzH <sup>3</sup> AzO <sup>3</sup> ... | 80      | 0,235   | 18,8        | CuAz <sup>2</sup> O <sup>6</sup> ..... | 188     | 0,212   | 39,8        |
| NaAzO <sup>3</sup> .....              | 85      | 0,258   | 21,9        | SrAz <sup>2</sup> O <sup>6</sup> ..... | 211     | 0,197   | 41,6        |
| KAzO <sup>3</sup> .....               | 101     | 0,231   | 23,3        | BaAz <sup>2</sup> O <sup>6</sup> ..... | 261     | 0,181   | 46,9        |
| AgAzO <sup>3</sup> .....              | 170     | 0,143   | 24,3        |  |         |         |             |
| Moyenne de $\mu P_m$ : 21,7           |         |         |             | Moyenne de $\mu P_m$ : 43,1            |         |         |             |

## Chlorates.

|                             |       |       |      |
|-----------------------------|-------|-------|------|
| NaClO <sup>3</sup> .....    | 107   | 0,216 | 23,1 |
| KClO <sup>3</sup> .....     | 122,6 | 0,155 | 19,0 |
| Moyenne de $\mu P_m$ : 21,0 |       |       |      |

## Bromates.

|                             |     |       |      |
|-----------------------------|-----|-------|------|
| NaBrO <sup>3</sup> .....    | 158 | 0,131 | 20,7 |
| KBrO <sup>3</sup> .....     | 167 | 0,150 | 25,1 |
| Moyenne de $\mu P_m$ : 22,8 |     |       |      |

## Iodates.

|                        |     |       |      |
|------------------------|-----|-------|------|
| KIO <sup>3</sup> ..... | 214 | 0,106 | 22,8 |
|------------------------|-----|-------|------|

Sulfates : SO<sup>4</sup>M<sup>2</sup>.

|   |     |       |      |
|---|-----|-------|------|
| Li <sup>2</sup> SO <sup>4</sup> .....               | 110 | 0,366 | 40,3 |
| (AzH <sup>3</sup> ) <sup>2</sup> SO <sup>4</sup> .. | 132 | 0,325 | 42,9 |
| Na <sup>2</sup> SO <sup>4</sup> .....               | 142 | 0,271 | 38,5 |
| K <sup>2</sup> SO <sup>4</sup> .....                | 174 | 0,248 | 43,1 |
| Rb <sup>2</sup> SO <sup>4</sup> .....               | 266 | 0,164 | 43,7 |
| Ag <sup>2</sup> SO <sup>4</sup> .....               | 312 | 0,144 | 45,2 |
| Cs <sup>2</sup> SO <sup>4</sup> .....               | 361 | 0,125 | 44,3 |
| Moyenne de $\mu P_m$ : 42,5                         |     |       |      |

## Sulfates de sesquioxides.

|   |       |       |       |
|---|-------|-------|-------|
| Al <sup>2</sup> (SO <sup>4</sup> ) <sup>3</sup> ... | 342,8 | 0,381 | 130,5 |
| Fe <sup>2</sup> (SO <sup>4</sup> ) <sup>3</sup> ... | 400   | 0,362 | 135,0 |
| Moyenne de $\mu P_m$ : 132,8                        |       |       |       |

## Phosphates.

|   |     |       |      |
|---|-----|-------|------|
| NaPO <sup>3</sup> .....                             | 102 | 0,198 | 20,2 |
| Na <sup>4</sup> P <sup>2</sup> O <sup>7</sup> ..... | 266 | 0,295 | 78,4 |
| NaH <sup>2</sup> PO <sup>4</sup> ....               | 120 | 0,200 | 24,0 |
| Na <sup>2</sup> HPO <sup>4</sup> ....               | 142 | 0,292 | 41,5 |
| Na <sup>3</sup> PO <sup>4</sup> .....               | 164 | 0,392 | 64,3 |
| (AzH <sup>3</sup> ) <sup>2</sup> HPO <sup>4</sup>   | 132 | 0,326 | 43,1 |

## Carbonates.

|                                       |     |       |      |
|---------------------------------------|-----|-------|------|
| Li <sup>2</sup> CO <sup>3</sup> ..... | 74  | 0,577 | 42,7 |
| Na <sup>2</sup> CO <sup>3</sup> ..... | 106 | 0,377 | 40,0 |
| K <sup>2</sup> CO <sup>3</sup> .....  | 138 | 0,297 | 40,8 |

Moyenne de  $\mu P_m$  : 41,2Sulfates : SO<sup>4</sup>M<sup>2</sup>.

|                         |       |       |      |
|-------------------------|-------|-------|------|
| MnSO <sup>4</sup> ..... | 151   | 0,288 | 43,5 |
| FeSO <sup>4</sup> ..... | 152   | 0,284 | 43,2 |
| NiSO <sup>4</sup> ..... | 155   | 0,265 | 40,8 |
| CoSO <sup>4</sup> ..... | 155   | 0,255 | 39,5 |
| CuSO <sup>4</sup> ..... | 159,4 | 0,282 | 44,9 |
| ZnSO <sup>4</sup> ..... | 161   | 0,275 | 44,3 |
| CdSO <sup>4</sup> ..... | 208   | 0,220 | 45,7 |

Moyenne de  $\mu P_m$  : 43,1

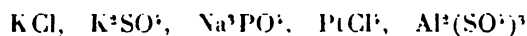
## Sels divers.

|  |     |       |      |
|--|-----|-------|------|
| Na <sup>3</sup> AsO <sup>4</sup> .....                           | 206 | 0,298 | 61,4 |
| NaC <sup>2</sup> H <sup>3</sup> O <sup>2</sup> ...               | 82  | 0,240 | 19,7 |
| KC <sup>2</sup> H <sup>3</sup> O <sup>2</sup> ....               | 98  | 0,225 | 22,1 |
| K <sup>2</sup> C <sup>2</sup> O <sup>4</sup> .....               | 166 | 0,220 | 36,5 |
| (AzH <sup>3</sup> ) <sup>2</sup> C <sup>2</sup> O <sup>4</sup> . | 124 | 0,329 | 40,8 |
| Zn(C <sup>2</sup> H <sup>3</sup> O <sup>2</sup> ) <sup>2</sup> . | 243 | 0,200 | 48,6 |

*Conclusions.* — Ces résultats nous conduisent aux conclusions suivantes :

» 1° *Tous les sels formés par un même acide ont même pouvoir réfringent moléculaire lorsqu'ils sont construits sur le même type.* Ainsi :  $\mu P_m$  pour les chlorures  $M'Cl = 21,5$ ,  $\mu P_m$  pour les sulfates  $M''SO^4 = 42,8$  environ.

» 2° *Les pouvoirs réfringents des sels qui appartiennent à des types différents sont sensiblement des multiples d'un même nombre.* Ainsi les sels



ont respectivement pour pouvoirs réfringents moléculaires :

$$20,7, \quad 43,1, \quad 64,3, \quad 89,8, \quad 130,5.$$

» 3° *Les pouvoirs réfringents moléculaires des sels sont fonctions du nombre de valences de l'élément métallique qui entre dans leur construction.*

» Ainsi, dans l'exemple que l'on vient de citer, les valences de l'élément métallique sont respectivement :

$$1, \quad 2, \quad 3, \quad 4, \quad 6;$$

les pouvoirs réfringents moléculaires sont sensiblement :

$$1 \times 20,7, \quad 2 \times 20,7, \quad 3 \times 20,4, \quad 4 \times 20,7, \quad 6 \times 20,7.$$

» *Observations.* — 1° Les variations que présentent les produits  $\mu P_m$ , dans une même catégorie de sels, nous paraissent imputables bien plus à des causes d'erreurs d'ordre chimique (purification, titrage des solutions, etc.) qu'aux déterminations optiques elles-mêmes.

» 2° Outre les 62 sels que nous avons examinés, un certain nombre (7 jusqu'à présent) semblent s'écarter de la troisième loi.

» 3° Il est inutile d'insister sur l'intérêt que présentent ces résultats, tant au point de vue de la théorie mécanique de la réfraction que des applications à la Chimie. Mais, pour fournir tous les éléments d'une méthode propre à la détermination des poids moléculaires, il est indispensable de les compléter par des notions d'un autre ordre que je soumettrai sous peu au jugement de l'Académie : j'espère en déduire, comme application, le poids moléculaire et la valence du cérium.

» 4° Ces observations conduisent à la notion nouvelle de *masses optiquement équivalentes*, que je me propose de développer prochainement.

» 5° Une vingtaine d'exemples me permettront de montrer aussi que les pouvoirs réfringents moléculaires des sels doubles sont la somme des pouvoirs réfringents moléculaires des sels simples composants. »

CHIMIE MINÉRALE. — *De la composition des roches employées dans la fabrication de la porcelaine en Chine.* Note de M. **GEORGES VOGT**, présentée par M. Friedel.

« En novembre 1850, Ebelmen et Salvétat présentèrent à l'Académie, sur ce sujet, un Mémoire très important, qu'ils terminaient en disant :

» Les résultats de nos recherches conduisent aux conclusions suivantes : les kaolins et les petun-tsé, qui servent dans la fabrication de la pâte pour les porcelaines chinoises, ont une composition chimique analogue à celles qui remplissent le même rôle dans la fabrication européenne. . . .

» Les petun-tsé ont une composition chimique très voisine de la composition moyenne de la pegmatite du Limousin, mais leurs caractères minéralogiques les identifient avec le feldspath compact ou pétrosilex.

» J'ai entrepris dernièrement à nouveau l'étude des roches employées en Chine dans la fabrication de la porcelaine, sur des matières envoyées à la manufacture de Sèvres par le regretté M. F. Scherzer, consul à Canton, qui était allé en personne les recueillir à King-Te-Tching avec une habileté et une intelligence au-dessus de tout éloge.

» Dès mes premières analyses, je me suis aperçu que, contrairement aux conclusions d'Ebelmen et Salvétat, les roches chinoises sont très différentes, comme composition, des roches européennes employées dans la fabrication de la porcelaine.

» Mes recherches ont porté d'abord sur les yeou-ko et les petun-tsé. Le yeou-ko est une variété de petun, plus fusible, dit M. Scherzer, que les petun-tsé, et sert surtout à la préparation de la couverte en Chine.

» Le yeou-ko étudié est celui de Kouï-Ki; il fond en effet avant les petuns proprement dits, au four à porcelaine de Sèvres, four dans lequel la température atteint environ 1550°.

» Soumis à l'analyse ordinaire, c'est-à-dire par désagrégation par le carbonate de soude en fusion et, d'autre part, par l'acide fluorhydrique, après avoir été séché à 110°, le yeou-ko de Kouï-Ki a donné des résultats se rapprochant de ceux qui avaient été obtenus par Ebelmen et Salvétat pour la même matière et pour la pegmatite du Limousin.

» On peut, comme le firent Ebelmen et Salvétat, conclure à une très grande analogie entre la pegmatite et le yeou-ko; mais la différence devient très grande, si on soumet le yeou-ko et la pegmatite comparative-

ment à l'action de l'acide sulfurique concentré et chaud. La pegmatite reste pour ainsi dire inattaquée; il ne s'en dissout que 3,30 pour 100, tandis que le yeou-ko est profondément atteint : 34,15 pour 100 entrent en dissolution.

» Les nombres ci-dessous représentent les résultats d'une attaque de yeou-ko par l'acide sulfurique à chaud :

|                                   | Soluble<br>dans l'acide. | Insoluble.   |
|-----------------------------------|--------------------------|--------------|
| Silice hydratée soluble.....      | 1,01                     | »            |
| Silice.....                       | 14,20                    | 62,11        |
| Alumine.....                      | 11,38                    | 2,61         |
| Oxyde de fer.....                 | 0,46                     | »            |
| Chaux.....                        | 1,14                     | »            |
| Potasse.....                      | 2,97                     | 0,08         |
| Soude.....                        | 0,39                     | 1,56         |
| Acide carbonique.....             | 0,90                     | »            |
| Eau combinée, perte au rouge..... | 1,80                     | »            |
|                                   | <u>34,15</u>             | <u>66,36</u> |

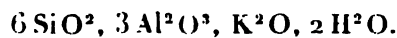
» Le yeou-ko est donc très différent de la pegmatite. Si l'on cherche à interpréter les résultats de cette analyse, où l'on remarque que la soude reste dans la portion insoluble, tandis que la presque totalité de la potasse est dans la partie dissoute, on voit que la partie insoluble est formée de 52,95 de quartz et de 13,41 d'un feldspath sodique, teneur en feldspath très différente de celle de la pegmatite de France, qui contient souvent plus de 75 pour 100 de feldspath.

» Dans la partie soluble, si l'on met de côté le 1,01 pour 100 de silice hydratée soluble et les 2,04 pour 100 de carbonate de chaux, il reste une matière dont la composition et le rapport des molécules sont :

|                     |              |   |     |   |        |    |      |                                |
|---------------------|--------------|---|-----|---|--------|----|------|--------------------------------|
| Silice.....         | 14,20        | : | 60  | = | 0,2366 | ou | 6,2  | Si O <sup>2</sup>              |
| Alumine et fer..... | 11,74        | : | 103 | = | 0,1140 |    | 3,02 | Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> |
| Potasse.....        | 3,56         | : | 94  | = | 0,0378 |    | 1    | K <sup>2</sup> O               |
| Eau.....            | 1,80         | : | 18  | = | 0,100  |    | 2,6  | H <sup>2</sup> O               |
|                     | <u>31,30</u> |   |     |   |        |    |      |                                |

» Dans ce calcul, les 0,39 de soude de l'analyse sont atomiquement remplacés par 0,59 de potasse.

» La matière soluble a donc une formule voisine de



» Cette formule est celle que M. Tschermak a donnée pour la muscovite ou mica blanc.

» Le yeou-ko est donc composé de :

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| Quartz .....                 | 52,9  |
| Muscovite ou mica blanc..... | 31,3  |
| Feldspath sodique.....       | 13,4  |
| Carbonate de chaux.....      | 2,0   |
| Silice hydratée.....         | 1,0   |
|                              | 100,6 |

tandis que la pegmatite du Limousin, d'après la dernière analyse que j'en ai faite par un traitement à l'acide sulfurique, est composée de :

|  |       |
|--|-------|
| Quartz .....   | 23,87 |
| Feldspath.....                                       | 72,83 |
| Matières solubles dans $\text{SO}^2\text{H}^2$ ..... | 3,30  |

» On conçoit que des matières premières aussi dissemblables puissent, même à composition centésimale égale, donner des porcelaines de qualités très différentes, ce qui est le cas des porcelaines de Chine comparées à celles d'Europe.

» La présence de la muscovite dans le yeou-ko n'est pas un fait isolé : toutes les roches de Chine que j'ai analysées en contiennent des quantités notables ; ainsi, dans des petun-tsé de différentes provenances, j'ai trouvé les quantités suivantes de matière altérable par l'acide sulfurique :

|                          | Petun de |         |         |                |
|--------------------------|----------|---------|---------|----------------|
|                          | Cheo-Ki. | Yu-Kan. | Ki-Men. | Sang-Pao-Pong. |
| Muscovite pour 100 ..... | 40,6     | 37,3    | 31,1    | 18,6           |

» Désireux de confirmer les résultats de mes analyses par un examen microscopique, j'ai eu recours à l'obligeance et à la haute science de M. Friedel et de M. Fouqué ; ils ont bien voulu m'aider de leurs lumières, et ils ont reconnu le mica blanc dans les échantillons où j'en avais, par l'analyse, déterminé la présence.

» Bien que les kaolins de Chine, de belle qualité, aient la même composition que ceux d'Europe, comme les petun-tsé, les yeou-ko, les hoa-ché, qui tous contiennent du mica blanc, entrent dans la composition des pâtes chinoises, il en résulte que la pâte à porcelaine chinoise arrive à renfermer souvent près de 20 pour 100 de mica blanc, portion assez importante pour avoir une influence profonde sur les propriétés de la porcelaine ainsi composée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la matezite et le matezo-dambose.*

Note de M. CHARLES COMBES, présentée par M. Friedel.

« On sait que M. A. Girard (1) a extrait du suc de caoutchouc de Madagascar un principe sucré, qu'il a nommé *matezite*. Traitant cette substance par l'acide iodhydrique concentré à l'ébullition, il l'a dédoublée en iodure de méthyle et en un sucre isomère des glucoses, le *matezo-dambose*.

« Depuis peu de temps, on trouve dans le commerce, sous le nom de *pinite*, un sucre extrait, dit-on, de la sève du *Pinus lambertiana*. M. Maquenne (2) dénomme ce corps  $\beta$ -*pinite* pour le distinguer de la pinite de M. Berthelot (3), et, traitant de même par l'acide iodhydrique, le dédouble en iodure de méthyle et en un sucre qu'il rapproche de l'*inosite* et appelle  $\beta$ -*inosite*.

« Frappé des analogies de ces substances avec les sucres du caoutchouc, j'ai repris l'étude des réactions de ces derniers et la détermination de leurs constantes physiques, qui n'avait pas été faite avec assez de précision. J'ai pu ainsi identifier la  $\beta$ -*pinite* à la *matezite* d'une part, et la  $\beta$ -*inosite* au *matezo-dambose* d'autre part.

« Ce travail a été fait avec un échantillon de suc de caoutchouc de Madagascar, de provenance directe.

« Les procédés de préparation de la *matezite* et du *matezo-dambose* ont été décrits, je n'y reviendrai pas; j'ai examiné ces corps comparativement à la *pinite* du commerce et à la  $\beta$ -*inosite* que j'en ai extraite.

« Voici le Tableau des constantes physiques que j'ai déterminées avec le plus grand soin :

|                    | Matezite. | $\beta$ -pinite. | Matezo-dambose. | $\beta$ -inosite. |
|--------------------|-----------|------------------|-----------------|-------------------|
| Point de fusion .. | 138°      | 137,5            | 140°            | 146°              |
| Pouvoir rotatoire. | 669,3     | 658,7            | 672,3           | 682,1             |

« Les pouvoirs rotatoires ont été déterminés avec des solutions contenant de 1 à 2 pour 100 de matière. Le chiffre de 9° donné par M. Girard

(1) A. GIRARD, *Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 695.

(2) MAQUENNE, *Comptes rendus*, t. CIX, p. 812 et 608.

(3) La distinction n'est fondée que sur une faible différence dans le pouvoir rotatoire; il est probable que la  $\beta$ -pinite se confond avec la pinite antérieurement découverte par M. Berthelot.

pour le pouvoir rotatoire du matézo-dambose ne peut s'expliquer que par une erreur typographique.

» La *matézite* et la  $\beta$ -*pinite* cristallisent toutes deux en mamelons rayonnés, adhérant au verre. Le *matézo-dambose* et la  $\beta$ -*inosite*, précipités par l'alcool de leur solution aqueuse, se présentent sous la forme de petits tétraèdres.

» J'ai constaté que le *matézo-dambose* donne nettement la réaction de Schérer comme l'*inosite*. Son poids moléculaire, déterminé par la méthode de M. Raoult, a été trouvé de 171; le poids moléculaire théorique pour la formule  $C^6H^{12}O^6$  serait 180. La formule brute était d'ailleurs connue.

» De l'exposé qui précède, il résulte évidemment que la  $\beta$ -*pinite* et la  $\beta$ -*inosite* ne sont pas des espèces chimiques nouvelles. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les carballylates*. Note de M. E. GUINOCHET.

« 1. L'isomère que j'ai obtenu (*Comptes rendus*, t. CIX, p. 906) donne un intérêt particulier à la connaissance des carballylates. Ayant étudié ces derniers, pour les comparer avec les sels de l'isomère, je résumerai ici mes résultats. L'acide carballylique que j'ai employé provient de l'hydrogénation de l'acide aconitique. Il fond à 158°; maintenu à cette température, il se sublime en s'altérant partiellement; 49<sup>gr</sup>,55 se dissolvent dans 100<sup>cc</sup> d'eau à 18°; 1000<sup>cc</sup> d'éther pur et sec n'en dissolvent que 9<sup>gr</sup> à la même température.

» 2. Les carballylates ressemblent beaucoup aux aconitates; mais s'en distinguent par un point important : les solutions des carballylates trimétalliques sont neutres au tournesol et à la phénol-phtaléine, tandis que celles des aconitates trimétalliques sont alcalines.

» *Carballylate monopotassique*  $C^{12}H^7KO^{12} + 4HO$ , obtenu à froid avec 1 équivalent de potasse et 1 équivalent d'acide. — Prismes incolores, transparents, devenant anhydres dans le vide sec et froid.

» *Sel sesquipotassique*  $C^{12}H^7KO^{12} + C^{12}H^6K^2O^{12} + HO$ . — Poudre cristalline préparée à froid avec 2 équivalents de potasse et 1 équivalent d'acide; perd son eau à 100° et s'altère vers 130°.

» *Sel tripotassique*  $C^{12}H^5K^3O^{12} + 2HO$ . — Masse mamelonnée très délignescence, ne perdant ses 2 équivalents d'eau qu'à 215°, et s'altérant à 240°.

» *Sel monosodique*  $C^{12}H^7NaO^{12} + 2HO$ . — Prismes transparents perdant leur eau à  $100^\circ$ .

» *Sel disodique*  $C^{12}H^6Na^2O^{12} + 2HO$ . — Croûte cristalline, perdant ses 2 équivalents d'eau à  $110^\circ$  et s'altérant à  $135^\circ$ .

» *Sel trisodique*  $C^{12}H^5Na^3O^{12} + HO$ . — Aiguilles prismatiques très solubles; desséché, ce sel ne s'altère qu'au delà de  $160^\circ$ .

» *Sel sesquiammonique*  $C^{12}H^7(AzH^1)O^{12} + C^{12}H^6(AzH^1)^2O^{12}$ . — Paillettes hexagonales, nacrées et striées, obtenues en évaporant une solution formée avec 1 équivalent d'acide et 1 ou 2 équivalents d'ammoniaque.

» *Sel triammonique*  $C^{12}H^5(AzH^1)^3O^{12} + 2HO$ . — Gâteau cristallin formé de fines aiguilles très déliquescentes.

» *Sel trilitinique*  $C^{12}H^5Li^3O^{12} + 4HO$ . — Aiguilles prismatiques très solubles dans l'eau, perdant 1 équivalent d'eau à  $100^\circ$ , le deuxième vers  $130^\circ$ , et les deux derniers à  $185^\circ$ ; à  $250^\circ$ , le sel n'est pas altéré.

» *Sel dicalcique*  $C^{12}H^6Ca^2O^{12} + 2HO$ . — Fines aiguilles s'altérant vers  $125^\circ$ ; la composition a été déterminée par le dosage du calcium et par le titre acidimétrique.

» *Sel tricalcique*  $C^{12}H^5Ca^3O^{12} + 3HO$  (1). — Se prépare, soit en saturant à froid une solution d'acide carballylique avec de la chaux, soit en mélangeant des solutions de carballylate tripotassique et de chlorure de calcium en excès. Dans le premier cas, il ne se forme un précipité à froid qu'en liqueur concentrée; dans l'autre cas, la liqueur reste limpide à froid, même avec des solutions très concentrées; ce précipité apparaît en chauffant. Ce fait n'est pas conforme aux données de Dessaignes, qui croyait que, dans ces conditions, l'aconitate de chaux seul se précipitait, le carballylate restant en solution. Poudre blanche, amorphe, perdant 1 équivalent d'eau à  $100^\circ$ , les deux autres à  $150^\circ$ , et s'altérant vers  $200^\circ$ .

» *Sel tribarytique*  $C^{12}H^5Ba^3O^{12} + 7HO$  (dans le vide sec et froid). — Amorphe, perd 1 équivalent d'eau à  $100^\circ$  et les six autres vers  $200^\circ$ ; n'est pas altéré à  $250^\circ$ .

» *Sel trimagnésien*  $C^{12}H^5Mg^3O^{12} + 3HO$ . — A été préparé en ajoutant un excès d'alcool dans une solution aqueuse. Poudre blanche cristalline, perdant 1 équivalent d'eau à  $100^\circ$ , les deux autres à  $165^\circ$ , et s'altérant vers  $200^\circ$ .

» *Sel d'alumine*  $C^{12}H^5O^9(Al^3O^3)^2 + 2HO$ . — Précipité gélatineux obtenu en ajoutant à du carballylate tripotassique du sulfate neutre d'alu-

---

(1)  $C^{12}H^5Ca^3O^{12} + 4HO$  (Maxwell Simpson).



mine. Poudre blanche, légère, condensant beaucoup l'humidité; c'est un sel basique hydraté :



perdant ses 2 équivalents d'eau à 150° et ne s'altérant qu'à 200°.

» *Sel de chrome*  $C^{12}H^5O^9(Cr^2O^3)^2 + 2HO$ . — Même préparation. Poudre amorphe, d'un gris bleu, très hygrométrique.

» *Sel de nickel*. — Vitreux, de couleur verte,  $C^{12}H^5Ni^3O^{12} + 5HO$ , perdant 1 équivalent d'eau à 100°, les 3 équivalents suivants à 200°, le dernier à 225°, et ne s'altérant que vers 240°. Sa solution se trouble dès 60°, et abondamment à 100°; la poudre obtenue a la formule  $C^{12}H^5Ni^3O^{12} + 3HO$ ; ce sel perd son eau vers 150° et s'altère à 200°.

» *Sel de cobalt*. — Masse spongieuse, friable, donnant une poudre d'un rouge vineux, très hygrométrique; par dessiccation à froid se déshydrate peu à peu, en devenant d'un beau violet. Ce sel violet,  $C^{12}H^5Co^3O^{12} + 4HO$ , s'altère au-dessus de 200°. La solution du sel précédent donne à chaud un précipité qui, après dessiccation à 100°, constitue une poudre d'un violet bleu,  $C^{12}H^5Co^3O^{12} + HO$ , se décomposant dès 110° (1).

» *Sel de zinc*. — La solution obtenue par le contact à froid de l'acide et d'hydrate de zinc donne, dans le vide, des cristaux prismatiques :  $C^{12}H^5Zn^3O^{12}$ . Elle se trouble par la chaleur, en déposant une poudre cristalline,  $C^{12}H^5Zn^3O^{12} + \frac{1}{2}HO$ , perdant son eau à 100°. Par l'addition d'alcool à la solution primitive, on obtient une poudre cristalline,  $C^{12}H^5Zn^3O^{12} + HO$ , perdant son eau à 190° et s'altérant à 220°.

» *Sel de cuivre*  $C^{12}H^5Cu^3O^{12} + 2HO$ . — Obtenu avec le carballylate tripotassique et le sulfate de cuivre. Précipité floconneux d'un beau bleu; après dessiccation, poudre amorphe, fine, légère, d'un bleu franc, s'altérant au delà de 140°.

» *Sel de plomb*  $C^{12}H^5Pb^3O^{12}$ . — S'obtient en ajoutant à un sel de plomb soluble un carballylate alcalin. Poudre blanche très dense.

» *Sel d'argent*  $C^{12}H^5Ag^3O^{12}$ . — Se prépare avec le nitrate d'argent et un carballylate soluble. Précipité blanc, dense, se conservant bien à la lumière. »

(1) Travail fait au laboratoire de M. Jungfleisch, à l'École de Pharmacie.

ZOOLOGIE. — *Sur la ligne latérale de la Baudroie (Lophius piscatorius) (1)*.  
Note de M. **FREDERIC GUTTEL**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« On sait depuis longtemps que la Baudroie ne possède pas de canaux muqueux; cependant elle a une ligne latérale fort intéressante, qui s'éloigne notablement de ce qu'est d'ordinaire cet organe chez les Téléostéens et qui, à ma connaissance, n'a pas encore été décrite.

» Le corps de la Baudroie est parsemé de lambeaux cutanes, plus ou moins divisés, de longueur variable, beaucoup plus nombreux et beaucoup plus longs sur ses faces latérales que sur sa face supérieure. Quand on examine avec attention ces lambeaux, on voit que, parmi les plus petits, il s'en trouve qui sont rangés en ligne droite par groupes de trois, cinq ou sept. Dans chacun de ces groupes, le lambeau central est beaucoup plus court que les autres, dépourvu de chromatophores et entouré d'une zone où ces corpuscules manquent ou sont très rares; il reçoit un filet nerveux, qu'on peut suivre sous la peau jusqu'à son extrémité périphérique, et qu'on retrouve avec la plus parfaite netteté sur les coupes pratiquées dans des fragments de peau fixés à l'acide osmique. En un mot, le lambeau central des petits groupes dont il vient d'être question est une terminaison nerveuse parfaitement caractérisée par sa forme, par sa structure histologique et par les appendices cutanes qui l'accompagnent toujours. Il y a encore un caractère qui distingue les terminaisons nerveuses dont je viens de parler: c'est qu'elles sont toujours disposées en séries et que la petite rangée de lamelles cutanées dont chacune d'elles est le centre a toujours son grand axe normal à la ligne qui réunit toutes les terminaisons d'une même série.

» Ces séries de terminaisons nerveuses, qui forment sur la tête des Baudroies des dessins d'une constance remarquable, sont au nombre de six, disposées de la façon suivante :

1<sup>re</sup> La *série latérale* commence derrière l'œil; elle se dirige immédiatement en arrière et en dehors, en passant généralement au-dessus des épines du temporal et de l'opercule, arrive au milieu de l'intervalle qui sépare les deux épines de l'huméral et, à partir de là, décrit une longue courbe à concavité externe, pour atteindre le milieu

---

(1) Ce travail a été fait dans les deux laboratoires maritimes de M. de Lacaze-Duthiers, à Roscoff et à Banyuls-sur-Mer.

de la face latérale du corps, à la hauteur de la base du cinquième ou du sixième rayon de la deuxième dorsale. Elle poursuit ensuite son trajet en arrière, en cheminant entre les deux rangées de grands appendices qui occupent les faces latérales du corps, et finalement se termine au delà du milieu de la nageoire caudale. La série latérale est complétée en avant par deux autres séries, qui se séparent d'elle sur son côté interne; l'antérieure se dirige transversalement en dedans, en passant entre l'épine du frontal postérieur et celle du mastoïdien; la postérieure, dirigée d'arrière en avant, passe entre l'épine du mastoïdien et celle de l'occipital externe; elle va rejoindre la précédente.

» 2° La *série sus-orbitaire* part du point de concours des deux petites séries que je viens de décrire, passe en dedans de l'épine du frontal principal, décrit une courbe à convexité externe et vient se terminer un peu en avant de la base du tube qui porte l'organe olfactif.

» 3° La *série intermaxillaire* s'étend transversalement entre les extrémités antérieures des deux séries sus-orbitaires, au-dessus des os intermaxillaires.

» 4° La *série operculaire* commence sur le côté externe de la série latérale et sur le prolongement de la plus antérieure des deux petites séries, qui la complètent antérieurement; elle longe le bord postérieur du grand sillon compris entre l'opercule et la ceinture scapulaire, et vient finir sur le côté de la tête, après avoir passé au-dessus de l'épine du sous-opercule.

» 5° La *série maxillo-operculaire* commence sur l'os maxillaire supérieur, contourne antérieurement l'épine palatine interne, passe entre les deux épines palatines et se porte ensuite en dehors. A partir de là, elle traverse la joue d'avant en arrière, entre la série sus-orbitaire et la série mandibulo-operculaire, en se creusant de quatre profonds sinus alternativement internes et externes; enfin elle croise à angle droit la série operculaire et va se terminer dans l'angle que fait la pectorale avec le profil vertical de la tête.

» 6° La *série mandibulo-operculaire* commence à la symphyse des deux os dentaires; elle suit l'os dentaire, l'articulaire, passe au-dessous de l'épine du jugal, au-dessous de celle du sous-opercule, et va se terminer dans l'angle de la pectorale, en suivant le bord inférieur du sous-opercule. Pendant la plus grande partie de son trajet, elle est située entre les deux rangées de longs appendices cutanés qui bordent la tête, d'une pectorale à l'autre. Cette série est complétée, un peu en dehors de la symphyse, par une toute petite série récurrente, qui remonte jusqu'au bord de la lèvre inférieure. De plus, au niveau de l'épine de l'articulaire, elle émet une courte série qui va rejoindre la seconde convexité externe de la série maxillo-operculaire.

» J'arrive maintenant à l'étude de l'innervation des séries de la ligne latérale.

» Le nerf latéral du pneumogastrique suit le grand interstice musculaire; il donne naissance, sur son bord supérieur, à six ou sept rameaux, d'autant plus volumineux qu'ils sont plus antérieurs.

» Le plus antérieur de ces rameaux se porte d'abord obliquement en haut et en arrière, puis il se recourbe franchement en arrière, et son extrémité périphérique va s'anastomoser avec le second rameau, dont le trajet est analogue à celui du premier.

La série peribronchique du second rameau - mastoïdienne se réunit avec le troisième rameau et ainsi de suite jusqu'au dernier. Le sillon qui, par les mastoïdoses successives, les rameaux du nerf latéral se trouve constitué, au nerf le second ordre, qui rampe sous la peau à respect de distance de la série latérale et qui arrive en ramuscule nerveux à chacun des organes dont l'axe se ramifie. La partie tout à fait intérieure de la série latérale et les deux séries qui la limitent sur le côté interne reçoivent leurs fibres respectives à branchement supérieur ramifié du nerf latéral.

La série maxillaire est innervée par le nerf ophtalmique du trijumeau.

La série operculaire et les portions des deux séries maxillo-operculaire et mandibulo-operculaire, qui se trouvent situées en arrière de la série operculaire, reçoivent les ramuscules d'une branche du nerf hypo-mandibulaire du facial, qui mélange les fibres avec un lieu superficiel du rameau operculaire du nerf latéral.

La série maxillo-operculaire et la série intermaxillaire sont tributaires du nerf maxillaire supérieur du trijumeau.

La portion de la série mandibulo-operculaire qui s'étend de la série operculaire à l'épine de l'articulaire, et celle qui va de cette épine à la série maxillo-operculaire sont innervées par une branche superficielle du nerf mandibulaire du facial.

Enfin la partie de la série mandibulo-operculaire qui va de l'épine de l'articulaire à la symphyse reçoit ses nerfs d'un plexus complexe que forment le mandibulaire du facial et le maxillaire inférieur externe du trijumeau.

En résumé, la Branchie n'a pas de canaux muqueux: sa ligne latérale est constituée par les séries de terminaisons nerveuses libres, faisant saillie à la surface de la peau et encadrées de chaque côté par un, deux ou trois petits rameaux osseux. Les séries, dont la disposition est très constante, sont innervées par le pneumogastrique (nerf latéral), le facial (nerfs hypo-mandibulaire et mandibulaire) et le trijumeau (nerfs ophtalmique, maxillaire supérieur et maxillaire inférieur).

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur la disposition des veines mesenteriques chez la Peacock nasuta.* Note de M. L. Fournier, présentée par M. de Lacaze-Buthiers.

Dans ma Note insérée aux *Comptes rendus* (mars 1884), j'ai déjà donné quelques indications sur l'anatomie de la *Peacock nasuta*. Les diffi-

cultés que présente l'étude embryogénique de cette Actinie m'obligent à retarder encore la publication d'un travail complet sur l'histoire naturelle de cet animal. La présente Note a pour but de faire connaître seulement les particularités les plus importantes de la disposition des cloisons mésentéroïdes. Ces cloisons sont au nombre de vingt, constituant dix paires distinctes.

» Ces paires de cloisons ne sont pas *toutes*, depuis leur extrémité supérieure jusqu'à leur extrémité inférieure, constituées par des cloisons égales en dimensions, ainsi que cela est la règle chez les autres Actinies. Il faut faire cependant exception : 1° pour la partie péri-œsophagienne de l'Actinie, où douze grandes cloisons sont égales ; 2° pour huit très petites cloisons (signalées dans la Note antérieure), qui, du reste, ne se fixent pas à l'œsophage comme les douze grandes ci-dessus ; 3° pour les deux paires *de direction* dont les cloisons restent égales deux à deux dans toute leur étendue, l'une (celle qui s'insère à l'organe impair) plus grande, l'autre (opposée), plus petite.

» Au-dessous de l'œsophage jusqu'à la partie inférieure non munie d'un orifice, les cloisons peuvent se diviser, d'après leurs dimensions, en trois ordres : 1° six cloisons de première grandeur, quatre d'entre elles s'associant avec quatre autres cloisons de deuxième grandeur pour former quatre paires ; les deux autres cloisons de première grandeur constituent une paire de direction se fixant à l'organe impair ; 2° six cloisons de deuxième grandeur, quatre d'entre elles s'associant, ainsi que nous venons de le dire, avec quatre cloisons de première grandeur pour former quatre paires ; les deux autres cloisons constituent la paire de direction opposée à la gouttière ; 3° huit cloisons de troisième grandeur, très peu saillantes, conservant leurs mêmes dimensions dans toute leur étendue ; elles forment quatre paires, disposées comme il suit : une de chaque côté de la plus grande paire de cloisons de direction, les deux autres se font vis-à-vis sur un axe perpendiculaire à celui qui passe par les cloisons de direction.

» Des particularités très importantes, relatives aux organes génitaux, distinguent en outre les cloisons appartenant à ces trois ordres de grandeur. Chez les cloisons de première et deuxième grandeur, ces organes naissent tous à un même niveau, un peu au-dessous de l'œsophage. Il faut en excepter les deux cloisons de direction, s'insérant à l'organe impair ou gouttière. Chez ces dernières, les glandes génitales n'apparaissent qu'au-dessous de cet organe. La limite inférieure à laquelle s'arrêtent les glandes

génitales est beaucoup plus rapprochée de l'extrémité pédieuse pour les six cloisons de première grandeur que pour les six cloisons de deuxième grandeur. Quant aux cloisons de troisième grandeur, elles sont stériles dans toute leur étendue. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les cipolins à minéraux et les roches à wernérite de l'Ariège.* Note de M. A. LACROIX, présentée par M. Fouqué.

« Dans un Mémoire récent, j'ai fait voir l'abondance des roches à wernérite dans la partie supérieure des gneiss d'un très grand nombre de régions, et les relations étroites qui rattachent ces roches aux cipolins.

» L'exploration de la haute Ariège, pour le service de la Carte géologique, m'a permis d'apporter de nouveaux faits pour la généralisation de cette observation. Les cipolins se rencontrent au nord de Tarascon, sur les deux bords de l'Ariège, à Mercus et à Arignac. J'en ai retrouvé en divers autres points sur le bord ouest et sud-ouest du massif du Saint-Barthélemy, à Croquier, Arnave, Cazenave, aux environs d'Appi, d'Axiat, de Calchax, etc. Leur situation géologique est la même : ils sont intercalés au milieu de gneiss ou de roches gneissiques, au sujet de l'âge desquels je fais des réserves pour un travail ultérieur.

» Les cipolins de Mercus et d'Arignac sont connus depuis longtemps, mais on n'y a jamais cité qu'un très petit nombre de minéraux communs. Sur divers points, j'ai trouvé beaucoup de minéraux intéressants qui permettent de comparer ces gisements à ceux de Pargas (Finlande) et de New-York.

» Ces minéraux sont les suivants : *humite* et *clinohumite* jaune clair (incolore en lames minces), ou rouge foncé (en lames minces, jaune foncé, avec polychroïsme intense), *spinelle magnésien*, en cristaux violacés transparents ou translucides (plus rarement *spinelle vert*), *corindon*, *rutile*, *amphibole*, *pargasite*, *hornblende*, *pyroxène*, *phlogopite* (nombreuses variétés), *brucite* et *chrysotile* épigénisant les humites, enfin *scapolite*, *apatite*, *sphène*, *zircon*, *grenat*, *idocrase*, *feldspaths* (anorthite, oligoclase, orthose, microcline), *quartz*, *clinocllore*, *tourmaline*, *pyrite*, *pyrrhotine*, *blende*, *galène*, etc.

» Ces divers minéraux se trouvent tantôt disséminés en petite quantité dans le calcaire, tantôt au contraire associés pour former des roches exceptionnelles dont les deux principaux types sont constitués par un mélange

de humites rouges, de brucite et des pinelle, ou de pargasite, spinelle, rutilite et humites jaunes.

» Sur les bords des cipolins, à Arignac et surtout à Mercus, on observe des alternances nombreuses de gneiss acides, d'amphibolites, de granulites et de gneiss pyroxéniques souvent riches en *wernerite*. Ces dernières roches sont formées par un mélange grenu d'un *pyroxène* vert clair, de *scapolite* ( $n_g - n_p = 0,028$ ), d'*oligoclase* et de *quartz* auxquels s'ajoutent sphène, épidote, etc.

» Les autres gisements, et principalement ceux d'Arnavé et de Cazenave, permettent d'observer des bancs minces de cipolins relevés verticalement comme les roches gneissiques au milieu desquelles ils se rencontrent. Leurs salbandes sont constituées par des roches dures, par des gneiss pyroxéniques à *wernerite*. Ces cipolins renferment des cristaux arrondis de *scapolite*, de *pyroxène* et parfois d'*oligoclase* et de *sphène*. Au fur et à mesure qu'on se rapproche des salbandes, on voit la proportion de ces minéraux augmenter jusqu'au moment où ils constituent à eux seuls la roche. Leur proportion relative varie avec les points considérés. Ces roches à *scapolite* forment parfois des bancs dépourvus de calcite. Dans ce cas, le feldspath est souvent plus ou moins remplacé par du *quartz*, et l'on peut suivre leurs passages aux gneiss acides qui les encaissent. Il existe de nombreuses roches exceptionnelles; une des plus fréquentes (Cazenave) est constituée par un mélange de grands cristaux de *wollastonite*, *pyroxène*, *scapolite* et *pyroxène* moulés par du *grenat*. Cette roche présente de nombreuses analogies avec celles du même genre que j'ai décrites à Ceylan.

» Les roches du massif du Saint-Barthélemy ont été soumises à de puissantes actions mécaniques, se manifestant dans les roches acides par de remarquables phénomènes d'écrasement de leurs éléments. Les roches basiques présentent plus rarement les traces de ces actions mécaniques. Dans les cipolins, les grands cristaux des silicates sont brisés; dans les *pyroxènes*, les nombreuses macles polysynthétiques sont courbées, les grains de calcite présentent une abondance inusitée de bandes hémitropes également courbes et à bords estompés. Dans les gneiss pyroxéniques, tous les éléments sont brisés et ressoudés par leurs débris.

» Sur le flanc nord du pic du Saint-Barthélemy, j'ai trouvé une roche qui semble devoir être rapportée au même groupe. Elle est constituée par une amphibole verte (incolore en lames minces) englobant des cristaux de *péridot* et de spinelle, avec un peu de biotite et de clinocllore. Cette roche est une *amphibolite à péridots*. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Distribution des températures profondes dans le lac de Longemer (Vosges)*. Note de M. THOULET.

« A la fin du mois de juillet dernier, j'ai étudié la distribution de la température au sein des eaux du lac de Longemer (Vosges).

» Dans ce but, j'ai exécuté 68 sondages, à chacun desquels j'ai pris la température au fond (qui ne dépasse pas 30<sup>m</sup>), à la surface, et de 5<sup>m</sup> en 5<sup>m</sup> de profondeur. J'ai obtenu ainsi, en trois jours seulement, 176 mesures directes de température, pour ce lac long de 1600<sup>m</sup> et large de 400<sup>m</sup>.

» Les expériences ont été effectuées à l'aide d'un thermomètre à retournement Negretti et Zambra, du modèle employé par la *Scottish marine Station* de Granton, près d'Édimbourg. L'instrument, descendu à la profondeur convenable, était maintenu immobile pendant cinq minutes, temps suffisant pour permettre à l'équilibre de température de s'effectuer, puis retourné avec un messenger Rung envoyé de la surface.

» Les températures trouvées pour chaque sondage ont été rapportées graphiquement à deux axes rectangulaires, celui des abscisses indiquant les profondeurs et celui des ordonnées les températures. Les points ont permis de tracer la courbe de la température qui, à son tour, a donné la profondeur correspondant à chaque variation de 1°. Enfin ces profondeurs ont servi à dresser le Tableau schématique de la distribution de la température.

» L'examen des courbes obtenues semble conduire aux remarques suivantes, la température moyenne de l'air et celle de la Vologne qui traverse le lac de bout en bout étant de 14° :

» Jusqu'à la profondeur de 5<sup>m</sup> environ, l'eau du lac est soumise à des variations de température incessantes, qui dépendent des conditions climatiques de la journée, pluie, soleil ou temps couvert. En renouvelant plusieurs fois par jour une mesure thermométrique au même endroit, à la même profondeur inférieure à 5<sup>m</sup>, il est rare de trouver deux fois de suite la même température.

» Lorsque le fond est élevé et que, par conséquent, la couche d'eau sus-jacente est peu épaisse, il en résulte toujours un réchauffement de l'eau, se traduisant par un abaissement des isothermes en profondeur.

» Le fond du lac est occupé par une couche d'eau de température comprise entre 4°, 4 et 5°, et épaisse de 13<sup>m</sup> à 14<sup>m</sup>.

» Les nappes isothermes ne sont point horizontales, mais elles sont ondulées dans le sens longitudinal et dans le sens transversal, leur épaisseur restant à très peu près invariable. Ces ondulations atteignent une amplitude de 1<sup>m</sup>, 50. Je les attribue à l'afflux des eaux à 14° de la Vologne, qui se



» Le fond du lac est recouvert d'une vase fine, semée de grosses pierres éboulées, particulièrement abondantes sur la rive droite, où les pentes des montagnes sont plus abruptes. Cette vase contient :

|                        |        |
|------------------------|--------|
| Matière organique..... | 24,21  |
| Silice.....            | 57,69  |
| Fer et alumine.....    | 18,10  |
| Chaux.....             | traces |
|                        | 100,00 |

» Après calcination, elle laisse un résidu rouge, presque uniquement composé de frustules de Diatomées. M. le D<sup>r</sup> Lemaire, professeur au lycée de Nancy, qui a bien voulu l'examiner, l'a trouvée beaucoup plus riche en espèces que ne l'avait signalé, dans son Mémoire sur les Diatomacées des lacs des Vosges, M. Petit, qui n'avait pu observer que les espèces recueillies sur les *Isoètes* des bords du lac. M. Lemaire a reconnu 69 espèces sur l'échantillon que je lui ai remis et qui avait été dragué par 30<sup>m</sup> de profondeur.

» La densité apparente de la vase est de 0,576, sa densité réelle de 2,181, à 10° (1). »

---

(1) Le procédé à l'aide duquel j'ai mesuré ces densités m'a déjà servi pour des vases marines et diverses autres matières pulvérulentes. La densité apparente est une donnée importante parce qu'elle rend compte de la lenteur de chute d'un sédiment à travers l'eau. J'ai employé un flacon assez analogue au flacon de Regnault, à fond plat, large et portant à sa partie étroite deux repères superposés. Les volumes sont rigoureusement cubés au mercure. On remplit le flacon de poudre sèche jusqu'au repère inférieur, en la tassant par de petits chocs contre une table. On pèse, et le poids, divisé par le volume, donne la densité apparente. On porte sous une cloche pneumatique traversée par un entonnoir effilé à robinet et rempli d'eau récemment bouillie. On abandonne dans le vide, assez longtemps pour que l'air adhérent soit éliminé; on ouvre le robinet, l'eau descend très lentement dans le vide, ce qui la prive complètement d'air; elle arrive au contact de la poudre, l'imbibe, et on la laisse s'accumuler jusqu'à ce qu'elle atteigne le repère supérieur. On évite ainsi l'inconvénient résultant d'un gonflement de la matière et qui fait toujours dépasser à celle-ci le niveau du repère inférieur. Le calcul de la densité réelle est alors facile.

Ce procédé m'a permis de mesurer les densités apparente et réelle de diverses matières pulvérulentes très légères, parmi lesquelles le kaolin, dont la densité apparente est de 0,989 et la densité réelle de 2,605 à 10°.

*Météorite de Bendego. Rapport présenté au Ministère de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics et à la Société de Géographie de Rio de Janeiro sur le déplacement et le transport de la météorite de Bendego, de la province de Bahia au Musée national; par JOSÉ CARLOS DE CARVALHO. Rio de Janeiro, Imprimerie nationale, 1888; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Daubrée.)*

*Anuario del observatorio astronomico nacional de Tacubaya para el año de 1890, formado bajo la direccion del Ingeniero ANGEL ANGUIANO. Mexico, Oficina tip. de la Secretaria de Fomento, 1889; 1 vol. in-12.*

*Distanze zenitali circummeridiane di alcune stelle principali osservate nell' anno 1821 dall' astronomo CARLO BRIOSCHI. Memoria letta all' Accademia Pontaniana nella tornata del 10 marzo 1889 dal dottor FILIPPO ANGELITTI. Napoli, tip. della regia Università, 1889; br. in-4°.*

*Bibliography of Meteorology. Edited by OLIVER L. FASSIG. Part II. Moisture, Washington City, Signal Office, 1889; 1 vol. in-4°.*

*Observations made at the magnetical and meteorological observatory at Batavia. Published by order of the government of Netherlands India, under the direction of D<sup>r</sup> J.-P. VAN DER STOK. Vol. XI, 1888. Batavia, printed at the Government printing Office, 1889; 1 vol. gr. in-4°.*

*Regen waarnemingen in Nederlandsch-Indië. Tiende Jaargang 1888; doon D<sup>r</sup> J.-P. VAN DER STOK. Batavia, Landsdrukkerij, 1889; 1 vol. in-8°.*

*Jahrbuch des norwegischen meteorologischen Instituts für 1887. Herausgegeben von D<sup>r</sup> H. MOHN. Christiania, Druck bei Grandahl und Sohn, 1889; br. gr. in-4°.*

ERRATA.

( Séance du 23 décembre 1889.)

Note de M. d'Ocagne, Deux théorèmes généraux sur les trajectoires de points et les enveloppes de droites mobiles dans un plan.

Tome CIX, page 959. La phrase qui termine le premier alinéa : « Il est évident qu'il existe... » doit être reportée à la suite de la ligne 25, les mots « du point M » y étant remplacés par « de la droite D ».

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

### DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 JANVIER 1890,  
PRÉSIDENTE DE M. HERMITE.

#### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'emploi des approximations successives dans l'étude de certaines équations aux dérivées partielles*; par M. ÉMILE PICARD.

« Considérons une équation du second ordre aux dérivées partielles de la forme

$$(1) \quad A \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 2B \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + C \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = F\left(u, \frac{\partial u}{\partial x}, \frac{\partial u}{\partial y}, x, y\right),$$

A, B, C dépendant seulement des variables indépendantes  $x$  et  $y$ . Nous mettons dans le second membre une fonction quelconque  $u$ , de  $x$  et  $y$ , et formons l'équation

$$\Delta u_2 = F\left(u_1, \frac{\partial u_1}{\partial x}, \frac{\partial u_1}{\partial y}, x, y\right)$$

( 62 )

( en posant ici, pour abrégier,  $\Delta u = A \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 2B \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + C \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}$  ). Concevons qu'on intègre cette équation en  $u_2$ , en se donnant certaines conditions aux limites, qui, nous le supposons, déterminent complètement, dans les circonstances où l'on se place, une intégrale que nous désignerons par  $u_2$ . On formera ensuite l'équation

$$\Delta u_3 = F\left(u_2, \frac{\partial u_2}{\partial x}, \frac{\partial u_2}{\partial y}, x, y\right),$$

et l'on intégrera cette équation en  $u_3$ , en satisfaisant aux mêmes conditions aux limites que plus haut, et nous continuons ainsi indéfiniment. Si l'intégrale  $u_n$  tend vers une limite déterminée  $u$ , quand  $n$  grandira indéfiniment, on obtiendra ainsi l'intégrale  $u$  de l'équation (1) satisfaisant aux conditions données.

» Ces généralités ne sont intéressantes qu'autant qu'on précise les conditions aux limites, et qu'on se place dans des conditions où l'on puisse établir rigoureusement la convergence de  $u_n$  vers une limite  $u$ ; c'est ce que j'ai essayé de faire, et je vais résumer très succinctement les résultats auxquels je suis parvenu. Une distinction capitale est à faire, relativement au signe de  $B^2 - AC$ ; nous supposons successivement les caractéristiques imaginaires, puis réelles dans la partie du plan où restera le point  $(x, y)$ .

» 1. Dans le premier cas, on peut, sans diminuer la généralité, se borner à considérer l'équation

$$(2) \quad \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = F\left(u, \frac{\partial u}{\partial x}, \frac{\partial u}{\partial y}, x, y\right).$$

» Supposons d'abord que l'équation soit linéaire, c'est-à-dire que

$$F = a \frac{\partial u}{\partial x} + b \frac{\partial u}{\partial y} + cu,$$

$a, b, c$  étant des fonctions de  $x$  et  $y$ . Nous nous donnons ici, comme condition aux limites, la valeur de l'intégrale le long d'un contour fermé  $C$ , et nous supposons que l'intégrale reste continue ainsi que ses dérivées partielles des deux premiers ordres à l'intérieur du contour. D'une manière générale,  $u_n$  sera donnée par une équation de la forme

$$\Delta u_n = f(x, y), \quad \left(\Delta u = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right),$$

$f(x, y)$  étant une fonction connue. C'est une équation qu'on sait intégrer

quand on se donne la valeur de  $u_n$  le long du contour C. On peut partir, pour fixer les idées, de  $u_1 = 0$ . L'étude de  $u_n$  montre qu'elle converge vers une limite, tant que C satisfait à certaines conditions, qui, en particulier, seront remplies *quand ce contour aura une aire suffisamment petite*. Dans ce cas, on obtiendra une intégrale de l'équation

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = a \frac{\partial u}{\partial x} + b \frac{\partial u}{\partial y} + cu,$$

prenant des valeurs données sur le contour. Cette intégrale, comme nous l'avons démontré autrefois, est d'ailleurs *unique*, quand le contour est suffisamment petit.

» Si nous revenons à l'équation générale (2), nous arrivons à une conclusion analogue, pourvu que la fonction  $F(u, v, w, x, y)$  satisfasse à la condition suivante :  $u, v, w$  restant respectivement entre deux limites finies d'ailleurs quelconques, si l'on désigne par  $u_1, v_1, w_1$  et  $u_2, v_2, w_2$  deux systèmes de valeurs arbitraires de ces variables, on pourra, quels que soient  $x$  et  $y$ , trouver trois constantes positives L, M, N, telles que

$$|F(u_1, v_1, w_1) - F(u_2, v_2, w_2)| < L|u_1 - u_2| + M|v_1 - v_2| + N|w_1 - w_2|.$$

» Ainsi, dans une aire suffisamment petite, les approximations successives conduiront à une intégrale de l'équation (1), prenant des valeurs données sur le contour.

» D'une manière générale, toutefois, on ne peut pas affirmer ici, comme plus haut, que cette intégrale soit unique.

» 2. Supposons maintenant les caractéristiques réelles. On pourra se borner à l'équation

$$(3) \quad \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} = F\left(u, \frac{\partial u}{\partial x}, \frac{\partial u}{\partial y}, x, y\right).$$

» Nous commençons encore par le cas où F est linéaire et de la forme écrite plus haut. Considérons, dans le plan ( $Ox, Oy$ ), un arc d'une courbe quelconque C, pour lequel nous supposons seulement qu'une quelconque des coordonnées soit fonction continue de l'autre, et variant toujours dans le même sens; on intégrera les équations successives qui sont de la forme

$$\frac{\partial^2 u_n}{\partial x \partial y} = f(x, y),$$

$f$  étant une fonction connue, par la condition que les dérivées partielles

$\frac{\partial u_n}{\partial x}$  et  $\frac{\partial u_n}{\partial y}$  prennent sur C une succession donnée de valeurs, et que  $u_n$  prenne une valeur donnée en un point A de C. On partira de  $u_1 = 0$ .

» Soit B un second point de la courbe C; considérons le rectangle parallèle aux axes, dont A et B sont deux sommets opposés. Si B est suffisamment rapproché de A,  $u_n$  tendra vers une limite  $u$  pour tous les points de ce rectangle, et l'on aura l'intégrale  $u$  de l'équation

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} = a \frac{\partial u}{\partial x} + b \frac{\partial u}{\partial y} + cu,$$

qui prend en A une valeur donnée, et pour laquelle  $\frac{\partial u}{\partial x}$  et  $\frac{\partial u}{\partial y}$  prennent sur l'arc AB une succession continue donnée de valeurs. On peut supposer que  $\frac{\partial u}{\partial x}$  et  $\frac{\partial u}{\partial y}$ , sur l'arc AB, sont représentées par des fonctions  $\varphi(x)$  et  $\psi(y)$ , qui ne sont assujetties qu'à la condition d'être continues. J'ajoute que  $u$ ,  $\frac{\partial u}{\partial x}$  et  $\frac{\partial u}{\partial y}$  sont des fonctions continues de  $x$  et  $y$ , même quand on traverse l'arc AB. Il y a là un point intéressant de la théorie des équations aux dérivées partielles, sur lequel il est bon d'insister. On doit remarquer en effet qu'il ne pourrait au contraire en être ainsi, en général, dans une région du plan où les caractéristiques sont imaginaires, comme le montre l'exemple simple de l'équation de Laplace. De plus, l'analyse précédente, considérée comme démonstration de l'existence de l'intégrale, ne suppose nullement que  $a$ ,  $b$ ,  $c$  soient des fonctions analytiques de  $x$  et  $y$  <sup>(1)</sup>; elle ne suppose pas non plus que les conditions aux limites soient exprimées au moyen de fonctions analytiques.

» Si l'on revient à l'équation générale (3), les mêmes conclusions subsistent sous la condition indiquée pour la fonction F.

» 3. Les théorèmes démontrés au n° 1 ne sont exacts que si le contour C a une aire suffisamment petite. Il est très intéressant de trouver des équations, où, sans restriction, une intégrale, supposée continue ainsi que ses dérivées partielles, soit toujours déterminée par ses valeurs sur un

---

(1) Dans le Chapitre si remarquable de ses *Leçons sur la théorie des surfaces*, consacré à ce point fondamental (t. II, Chap. IV), M. Darboux se sert seulement de l'hypothèse que  $a$ ,  $b$ ,  $c$  sont analytiques, pour établir l'existence d'une certaine fonction auxiliaire. D'ailleurs, en se plaçant à notre point de vue des approximations successives, on peut démontrer l'existence de cette fonction, sans faire l'hypothèse indiquée.

contour fermé quelconque. L'équation suivante nous en fournit un exemple étendu. Soit l'équation

$$(4) \quad \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = F(u, x, y).$$

$F$  étant une fonction de  $u$ ,  $x$  et  $y$ . Nous supposons que la fonction  $F$  soit bien déterminée et finie pour toute valeur réelle de  $u$ , et pour toute valeur de  $x$  et  $y$  dans la région du plan où restera le point  $(x, y)$ ; de plus, *elle est positive et croît toujours en même temps que  $u$ .*

» Sous ces conditions, on démontre d'abord *qu'il ne peut y avoir deux intégrales de cette équation prenant sur un contour la même succession de valeurs.*

» Ceci posé, cherchons à obtenir la solution prenant une succession continue donnée de valeurs sur le contour  $C$ ; nous pouvons d'ailleurs supposer, en faisant préalablement un changement bien simple de fonction, que ces valeurs données se réduisent à zéro. Que va nous donner la méthode d'approximations successives? Elle ne résout pas, en général, le problème, *mais conduit à deux fonctions  $u$  et  $v$ , s'annulant sur le contour et satisfaisant aux équations*

$$\Delta u = F(v, x, y).$$

$$\Delta v = F(u, x, y).$$

» Pour que le problème posé fût résolu, il faudrait que  $u = v$ ; il n'en est pas ainsi quand le contour  $C$  est quelconque, mais cette identité est vérifiée si le contour est suffisamment petit, et, dans ce cas, on a l'intégrale de l'équation (4) s'annulant sur  $C$ .

» De ce cas particulier, on peut passer à un contour quelconque; il suffira de montrer à cet effet que *le problème, étant traité pour deux contours ayant une partie commune, pourra être résolu pour le contour limitant extérieurement l'ensemble des deux aires.* Cette question a été traitée par M. Schwarz pour l'équation de Laplace  $\Delta u = 0$ , et constitue un des points les plus intéressants du beau travail de l'éminent géomètre sur le problème de Dirichlet; le procédé alterné peut, avec des modifications convenables, s'étendre à notre équation générale (4), et, par suite, *se trouve complètement effectuée la recherche de l'intégrale, d'ailleurs unique, de l'équation*

$$\Delta u = F(u, x, y)$$

*prenant une succession continue donnée de valeurs sur un contour fermé quelconque.*

4. Parmi les équations rentrant dans le type précédent, arrêtons-nous sur l'équation suivante qui présente un grand intérêt, tant en Géométrie qu'en Analyse,

$$(5) \quad \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = ke^u,$$

où  $k$  désigne une constante positive : c'est l'équation de Liouville.

» Il est intéressant d'approfondir l'étude des intégrales de cette équation. Les intégrales, considérées jusqu'ici, étaient continues à l'intérieur de  $C$  ; je suppose maintenant qu'elles aient des points singuliers logarithmiques. J'entends qu'un point  $(a, b)$  est, pour une intégrale  $u$ , un point singulier logarithmique, si l'on a, dans le voisinage de ce point,

$$u = m \log[(x - a)^2 + (y - b)^2] + P(x, y),$$

$P$  étant une fonction continue de  $x$  et  $y$  ;  $m$  désigne une constante. Soient, à l'intérieur de  $C$ , différents points  $(a, b)$ , à chacun desquels est attaché un coefficient  $m$ . Dans le cas où tous les  $m$  sont supérieurs à  $-1$ , on pourra déterminer l'intégrale de l'équation (5), prenant sur un contour quelconque  $C$  des valeurs données et ayant à l'intérieur les points singuliers logarithmiques  $(a, b)$  avec les coefficients donnés  $m$ .

» Considérons ensuite une région du plan, comprenant le point à l'infini ; soit la partie du plan extérieure à une courbe fermée  $C$ . Le point à l'infini sera dit un point singulier logarithmique, avec le coefficient  $M$ , pour une intégrale  $u$ , si, faisant la transformation

$$x + iy = \frac{1}{x' + iy'},$$

on a, dans le voisinage de  $x' = 0, y' = 0$ ,

$$u = -M \log(x'^2 + y'^2) + P(x', y'),$$

$P$  étant continue. Dans le cas où  $M$  est inférieur à  $-1$ , on peut déterminer l'intégrale de l'équation, prenant sur  $C$  des valeurs données et ayant à l'infini un point singulier logarithmique avec le coefficient  $M$ .

» Nous pouvons maintenant envisager l'ensemble du plan, et étudier les intégrales uniformes de l'équation (5), continues, ainsi que leurs dérivées partielles, pour tout point de plan, à l'exception d'un certain nombre de



points  $(a_i, b_i)$  et du point à l'infini, qui seront des points singuliers logarithmiques avec les coefficients respectifs  $m_i$  et  $M$ . On suppose que  $M + \Sigma m_i = 0$ ; les  $m$  sont supérieurs à  $-1$ , et  $M$  est inférieur à ce nombre.

» *Ces intégrales dépendent seulement d'une constante arbitraire, et une intégrale de cette sorte est déterminée quand on donne sa valeur en un point du plan distinct des points singuliers.*

» Après avoir étudié les intégrales sur le plan simple, il est facile d'étendre cette théorie au plan multiple, c'est-à-dire au plan recouvert d'un certain nombre de feuillets formant une surface de Riemann. On supposera, comme on le fait d'habitude, les points à l'infini distincts sur les  $n$  feuillets. A ces points à l'infini faisons correspondre  $n$  coefficients  $M_1, M_2, \dots, M_n$ , et soient de plus sur la surface un certain nombre de points  $(a_i, b_i)$  avec les coefficients correspondants  $m_i$ ; on a, par hypothèse,

$$\Sigma M + \Sigma m = 0.$$

» De plus, les  $M$  et les  $m$  satisfont aux mêmes inégalités que plus haut. Nous considérons les intégrales de l'équation différentielle (5), uniformes sur la surface de Riemann, et continues pour tout point de cette surface, sauf les  $n$  points à l'infini et les points  $(a, b)$ , qui seront des points singuliers logarithmiques avec les coefficients respectifs  $M$  et  $m$ . La conclusion à laquelle nous sommes arrivé pour le plan simple subsiste ici : *les intégrales de cette sorte ne dépendent que d'une constante arbitraire.*

» Ces théorèmes ouvrent la voie à différentes recherches : je me contente, pour le moment, d'indiquer que l'équation précédente s'introduit tout naturellement dans la théorie des fonctions fuchsiennes. On peut aisément le prévoir, car cette équation se rattache, comme il est bien connu, à l'étude des surfaces à courbure constante négative, étude intimement liée à la Géométrie non euclidienne qui y trouve l'interprétation la plus simple. Mais le développement de cette idée m'entraînerait aujourd'hui trop loin des méthodes d'approximations successives qui font le lien des différentes parties de ce travail. »

#### CHIMIE. — *Sur quelques nouvelles fluorescences.*

Note de M. LECOQ DE BOISBAUDRAN.

« *Zircone et Z $\beta$ .* — Avec deux centièmes de Z $\beta^2$ O $^3$  dans la zircone, je n'ai obtenu qu'une fluorescence jaune ne donnant guère que le spectre atténué de ZrO $^2$  + Z $\alpha$ .

» J'ai en outre examiné les florescences que peuvent donner les oxydes de Sm, Z $\alpha$  et Z $\beta$  mêlés à un excès d'acide stannique ou d'acide tantalique fortement calcinés.

» *Acide stannique et samarine.* — De l'étain et un peu de samarine furent traités ensemble par l'acide nitrique. On ajouta SH<sup>2</sup>O<sup>4</sup> et l'on calcina vers la fusion de l'argent. La matière donne une faible florescence orangée. La même matière, fortement calcinée, produit au premier instant une florescence dont la teinte varie du jaune un peu orangé au jaune clair, suivant le degré du vide. Cette florescence s'affaiblit *très rapidement* par prolongation du courant induit. L'analyse de la lumière est assez difficile à faire.

| $\lambda$           |   |
|---------------------|---|
| 623,2 environ.      | Milieu apparent d'une petite bande très nébuleuse.  |
| Vers 609,4.....     | Milieu apparent d'une petite bande très nébuleuse, moins marquée, moins discernable et moins large que 623,2. |
| $\alpha$ 570,3..... | Raie un peu nébuleuse. Assez facilement visible au premier instant, mais s'éteignant rapidement.              |

» Quand on traite le même étain ainsi qu'il vient d'être dit, mais sans lui ajouter de samarine, on obtient, après forte calcination, une matière qui floresce en un jaune clair très analogue à celui de SnO<sup>2</sup> + Sm. Mais alors il ne m'a pas été possible de voir de raies : je n'ai observé qu'un spectre continu. Cette florescence, qu'on peut supposer due à des traces d'impuretés non déterminées, s'affaiblit d'ailleurs très vite par prolongation du courant induit.

» *Acide tantalique et samarine.* — De l'acide tantalique, mêlé de samarine, fut traité par SH<sup>2</sup>O<sup>4</sup> et fortement calciné. La matière floresce en un orangé sombre qui s'affaiblit par prolongation du courant induit, mais moins vite que ne le font ZrO<sup>2</sup> + Sm et SnO<sup>2</sup> + Sm. On ne voit guère que deux larges bandes nébuleuses assez faibles.

| $\lambda$               |   |
|-------------------------|---|
| $\beta$ 601,4 environ.  | Milieu apparent d'une bande assez faible et <i>très nébuleuse</i> . Large de 25 $\lambda$ à 30 $\lambda$ .  |
| $\alpha$ 563,1 environ. | Milieu apparent d'une bande très nébuleuse. Un peu plus nébuleuse à gauche qu'à droite. Intensité assez modérée. Notablement plus marquée que $\beta$ 601,4. Large de 15 $\lambda$ environ. |

» Les positions de ces bandes se rapprochent de celles des bandes de

l'alumine samarifère modérément calcinée. Mais, avec l'alumine, la bande orangée est bien plus lumineuse que la verte et porte une raie assez distincte, dont je n'ai pas retrouvé l'analogue sur la bande orangée de  $Ta^2O^5 + Sm$ .

» *Acide stannique et  $Z\alpha$* . — L'acide stannique mélangé d'un centième de  $Z\alpha^2O^3$  et fortement calciné ne m'a pas donné de fluorescence notable.

» *Acide tantalique et  $Z\alpha$* . — Avec un centième de  $Z\alpha^2O^3$  dans le  $Ta^2O^5$ , on obtient, après forte calcination, une assez pâle fluorescence jaune verdâtre, qui s'affaiblit rapidement sous l'action du flux électrique. On voit aussi une trace de la bande verte de  $Z\beta$ .

$\alpha$   <sup>$\lambda$</sup>  574,9 à 574,6 env. Milieu apparent de la partie notablement éclairée d'une bande plus indécise à gauche qu'à droite. Cette position varie sensiblement avec l'intensité de la lumière. Facilement visible au premier instant, mais s'affaiblit vite. Large de 15 à 18  $\lambda$  environ.

$\beta$  Vers 482..... Milieu apparent de la partie la plus éclairée d'une bande très indécise, surtout à gauche, et d'intensité très modérée au premier instant. S'affaiblit vite. Bien plus faible que  $\alpha$ . Cette position varie sensiblement avec l'intensité du spectre. Large de 19 à 23  $\lambda$  environ.

» *Acide stannique et  $Z\beta$* . — Avec trois centièmes de  $Z\beta^2O^3$  dans l'acide stannique, je n'ai pas obtenu de fluorescence notable.

» *Acide tantalique et  $Z\beta$* . — Avec trois centièmes de  $Z\beta^2O^3$  dans le  $Ta^2O^5$ , on obtient, après forte calcination, une fluorescence d'un vert un peu jaune et assez jolie, quoique pas brillante. Cette fluorescence s'affaiblit bien un peu par prolongation du flux électrique, mais moins que ne le fait  $Ta^2O^5 + Z\alpha$ . On voit aussi une image atténuée de la bande jaune  $Ta^2O^5 + Z\alpha$ .

$\alpha$   <sup>$\lambda$</sup>  551,6 environ.. Commencement assez indécis de l'éclairage notable. Il y a encore un peu de lumière à gauche de 551,6.  
544,7..... Milieu apparent de l'ensemble d'une bande un peu dégradée de droite à gauche. Assez bien marquée. La position varie légèrement avec l'intensité de la lumière.  
540,87..... Milieu d'une assez grosse raie, plus nébuleuse à gauche qu'à droite. Assez peu distincte du reste de la bande, dont elle forme le bord droit. Assez bien marquée.  
538,3 à 538,1. Bord droit de la bande. Nébuleux, mais pas vague.

$\beta$  Vers  $490,4 \dots \dots \dots$   <sup>$\lambda$</sup>  Milieu apparent de la partie la plus éclairée d'une bande à bords vagues. Encore plus indécise à gauche qu'à droite. Intensité modérée. Beaucoup plus faible que  $\alpha$ . Large de 12 à 14  $\lambda$  environ.

» Les fluorescences que je viens de décrire offrent de nouveaux exemples de la pluralité des spectres obtenus avec une même matière active dans des dissolvants solides différents. On conçoit, d'ailleurs, aisément que les dissolvants solides, en se combinant avec une matière active, doivent toujours modifier les longueurs d'ondes des bandes, ainsi que la constitution de celles-ci, tout en laissant le plus souvent subsister chez les divers spectres de la matière active un air de famille qui permet d'en reconnaître à première vue l'origine commune. Mais, si l'on veut établir, *par des mesures exactes de longueurs d'ondes*, l'identité ou la diversité de deux matières actives, il est essentiel d'opérer sur des dissolvants solides absolument semblables.

» J'avais déjà signalé la rapide extinction de certaines fluorescences que produit l'échauffement des substances examinées. Cet effet peut dépendre à la fois de la nature de la matière active et de celle du dissolvant solide. Ainsi, au sein de la silice et de l'acide tantalique, l'échauffement affaiblit notablement la fluorescence de  $Z\alpha$ , tandis que la fluorescence de  $Z\beta$  est *relativement* peu altérée. Au sein de la zircon, les fluorescences de  $Z\alpha$  et de  $Sm$  s'affaiblissent très vite par l'échauffement et beaucoup plus qu'elles ne le font dans la silice. L'action affaiblissante de l'échauffement dépend peut-être plus généralement encore de la nature du dissolvant solide que de celle de la matière active; mais chaque corps tend à communiquer à la combinaison dont il fait partie la propriété spéciale qui le distingue.

» La comparaison des fluorescences  $Al^2O^3 + Sm$  et  $SiO^2 + Sm$  est intéressante comme exemple des modifications différentes qu'une forte calcination des substances imprime aux spectres dérivés d'une même matière active. L'alumine samarifère, modérément calcinée, donne (ainsi que  $Ga^2O^3 + Sm$ ) un premier type spectral constitué par trois bandes diffuses dont la centrale (orangée) porte une raie relativement distincte. La même  $Al^2O^3 + Sm$ , fortement calcinée, fournit un second type spectral tout différent; les trois bandes étant alors transformées en trois groupes de raies distinctes et beaucoup plus brillantes, dont les longueurs d'ondes moyennes sont supérieures à celles des bandes du premier type. Avec la

silice samarifère, une calcination aussi forte que celle appliquée à l'alumine samarifère ne produit que le premier type spectral, mais ce type est plus développé que dans  $\text{Al}^2\text{O}^3 + \text{Sm}$ , car les trois bandes sont beaucoup plus lumineuses, et chacune d'elles porte une forte raie. Il va sans dire que les positions des bandes et raies ne sont pas les mêmes dans  $\text{Al}^2\text{O}^3 + \text{Sm}$  (modérément calciné) et dans  $\text{SiO}^2 + \text{Sm}$ . »

### MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

**M. L. DEVAUREIX** adresse le résumé de ses observations à bord du navire à vapeur *le Médoc*, sur la compensation des compas à bord des bâtiments en fer.

(Commissaires : MM. Jurien de la Gravière, de Jonquières, Bouquet de la Grye, Cornu.)

**M. VLADISLAS DE TURINE** adresse, de Saint-Pétersbourg, un Mémoire intitulé « Quelques réflexions sur deux nouvelles méthodes qui peuvent être applicables à la détermination des poids moléculaires des métaux ».

(Commissaires : MM. Fizeau, Mascart, Lippmann.)

### CORRESPONDANCE.

**M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL DE L'ACADÉMIE DES INSCRIPTIONS ET BELLES-LETTRES** invite l'Académie des Sciences à désigner l'un de ses membres pour faire partie de la Commission du prix Fould (Histoire des arts du dessin, chez les peuples anciens jusqu'au siècle de Périclès).

**MM. A. AUWARD, G. EIFFEL, E. GOURSAT, E. HECKEL, CH. LALLEMAND, A. NICOLAS, A. VERNEUIL** adressent leurs remerciements à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux dans la dernière séance publique.

M. le **SECRETÉNAIRE PERPÉTUEL** informe l'Académie de la perte que la Science vient de faire dans la personne de M. *Ed. Combescurc*, Professeur à la Faculté de Montpellier.

ÉLECTRICITÉ. — *Résonance multiple des ondulations électriques de M. Hertz.*

Note de MM. **ÉDOUARD SARASIN** et **LUCIEN DE LA RIVE**, présentée par M. Cornu.

« Les remarquables recherches de M. Hertz sur les ondulations électriques <sup>(1)</sup> ont été répétées, croyons-nous, dans un grand nombre de laboratoires. Nous avons entrepris nous-mêmes, depuis un certain temps déjà, quelques essais <sup>(2)</sup> dans le champ si vaste et si riche dont ce savant a doté la Science. Nous ne nous arrêterons pas à celles de ces expériences qui confirment les faits énoncés par M. Hertz, et nous arrivons tout de suite à un point de ces recherches auquel nous avons plus particulièrement voué notre attention et sur lequel nous avons pu établir quelques données nouvelles.

» Parmi les expériences que M. Hertz décrit à l'appui de son hypothèse de la propagation ondulatoire de l'induction électrique, il en est une qui consiste à fixer, devant les deux capacités de son excitateur primaire, deux plaques de laiton desquelles partent normalement deux fils conducteurs, d'égale longueur, isolés à leurs extrémités, parallèles entre eux et perpendiculaires à l'axe du conducteur primaire. Le mouvement ondulatoire électrique excité par ce dernier se propage le long de ces fils jusqu'à leur extrémité isolée, où il est réfléchi. Les ondes réfléchies interférant avec les ondes directes donnent naissance à des ondes stationnaires séparées par des nœuds fixes équidistants. En effet, un résonateur circulaire promené entre ces deux fils, avec son plan normal à leur direction et son interruption à la partie supérieure, donne une étincelle qui passe alternativement par des maxima et des minima équidistants. Prenant un conducteur primaire de 1<sup>m</sup>,20 d'amplitude, par exemple, et un résonateur de 0<sup>m</sup>,75 de diamètre à l'unisson avec lui, on verra, à l'extrémité la plus éloignée des fils, l'étincelle du résonateur présenter un maximum dénotant un ventre,

<sup>(1)</sup> *Archives des Sciences physiques et naturelles*, 1889, t. XXI, p. 281.

<sup>(2)</sup> *Ibid.*, 1889, t. XXII, p. 283.

soit une réflexion sans changement de signe. A  $1^{\text{m}},20$  de cette extrémité, l'étincelle s'éteint pour reparaitre plus loin, disparaître de nouveau à  $4^{\text{m}},20$ , reparaitre encore, puis disparaître à  $7^{\text{m}},20$ , ainsi de suite. Ces inter-nœuds de  $3^{\text{m}}$  environ donnent la mesure de la moitié de la longueur d'onde totale correspondant au conducteur primaire. Telle est l'expérience de M. Hertz, qui est très facile à répéter. Or, en la variant de différentes manières, nous avons obtenu des résultats différents, qui ne sont point en contradiction avec ceux de M. Hertz, mais les complètent sur certains points.

» Dans l'expérience que nous venons de décrire, le résonateur donne la longueur d'onde correspondant à l'amplitude du conducteur primaire, parce qu'on a eu soin de prendre, pour la révéler, un résonateur qui a la même période que lui. Celui-ci donne la longueur d'onde du primaire, mais surtout il donne la longueur d'onde qui lui est propre, et ce n'est que parce que c'est la sienne qu'il la donne. En effet, si l'on prend des résonateurs circulaires de grandeur quelconque, plus petite, par exemple des cercles de  $0^{\text{m}},50$  et de  $0^{\text{m}},35$  de diamètre, soumis à l'action du même primaire, on ne constate plus les nœuds aux mêmes points le long des fils, mais de tout autres nœuds, plus rapprochés les uns des autres avec le cercle de  $0^{\text{m}},50$  qu'avec celui de  $0^{\text{m}},75$ , plus rapprochés encore avec celui de  $0^{\text{m}},35$ . On le voit, ce n'est pas la période du primaire que donne le résonateur, mais une tout autre période, indépendante du primaire, lui appartenant en propre.

» Nous avons exécuté un grand nombre de mesures avec ces trois types de résonateurs. Les dispositions générales de l'expérience restant les mêmes, nous en avons fait varier beaucoup les circonstances secondaires : dimensions et disposition du conducteur primaire, écartement et longueur des fils, position du résonateur par rapport à ces fils, emploi d'un seul fil ou même d'un tube de cuivre à la place de ce fil unique, addition ou suppression des plaques de laiton à l'extrémité des fils près du primaire; toujours la position des nœuds révélés par un même résonateur est restée la même comptée à partir de l'extrémité la plus éloignée des fils.

» La disposition que nous avons finalement adoptée a été de prendre deux fils de cuivre de  $1^{\text{mm}},8$  de diamètre et  $10^{\text{m}},60$  de long, bien fixes et tendus. Le résonateur circulaire se meut le long d'une règle graduée. Pour déterminer un nœud, on marque dans l'obscurité les deux points où se produit l'extinction de part et d'autre de ce nœud avec des jetons dont on lit ensuite la position moyenne sur l'échelle.

» Le Tableau suivant résume les mesures d'une des séries obtenues de la sorte, en gardant constamment le même primaire formé pour cette série de deux plaques de laiton carrées de  $20^{\text{cm}}$  de côté, présentant entre elles un écartement de  $48^{\text{cm}}$ , et en l'actionnant avec une machine de Ruhmkorff de  $55^{\text{cm}}$  de longueur :

*Distance des nœuds à l'extrémité libre des fils.*

| Distance              | Cercle de 35 <sup>m</sup> . |                   | Cercle de 50 <sup>m</sup> . |                   | Cercle de 75 <sup>m</sup> . |                   |
|-----------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|
|                       | observée.                   | calculée.         | observée.                   | calculée.         | observée.                   | calculée.         |
| 1 <sup>er</sup> nœud. | 0,60 <sup>m</sup>           | 0,60 <sup>m</sup> | 0,78 <sup>m</sup>           | 0,78 <sup>m</sup> | 1,24 <sup>m</sup>           | 1,24 <sup>m</sup> |
| 2 <sup>e</sup> »      | 2,03                        | 2,07              | 2,73                        | 2,67              | 4,19                        | 4,23              |
| 3 <sup>e</sup> »      | 3,56                        | 3,54              | 4,46                        | 4,56              | 7,23                        | 7,22              |
| 4 <sup>e</sup> »      | 5,09                        | 5,01              | 6,52                        | 6,45              |                             |                   |
| 5 <sup>e</sup> »      | 6,45                        | 6,48              | 8,35                        | 8,34              |                             |                   |
| 6 <sup>e</sup> »      | 7,90                        | 7,95              |                             |                   |                             |                   |
| 7 <sup>e</sup> »      | 9,42                        | 9,42              |                             |                   |                             |                   |

Moyenne : de 6 inter-nœuds, 1,47; de 4 inter-n., 1,89; de 2 inter-n., 2,99.

» Ce Tableau montre que la distance du premier nœud à l'extrémité des fils est plus petite que le quart de la longueur d'onde, fait analogue à ce qui se passe pour la réflexion du son dans les tuyaux ouverts. Cette distance est à peu de chose près égale la moitié de la circonférence du cercle, comme le montre le Tableau suivant :

|                          | Distance du premier nœud. | Demi-circonférence. |
|--------------------------|---------------------------|---------------------|
| Cercle de 0,35 . . . . . | 0,60                      | 0,55                |
| » 0,50 . . . . .         | 0,78                      | 0,78                |
| » 0,75 . . . . .         | 1,24                      | 1,17                |

ce qui semble indiquer que la réflexion dans le cercle de part et d'autre de l'interruption s'accomplit d'une manière analogue à la réflexion à l'extrémité des fils, les deux pôles du résonateur correspondant à deux ventres de signes contraires.

» Si l'on dispose un fil de jonction à l'extrémité des fils, il s'y produit un nœud, comme l'indique M. Hertz. En disposant un disque de laiton à l'extrémité libre de chacun des deux fils, nous avons obtenu le même résultat, mais les dimensions des inter-nœuds restent toujours les mêmes pour un même résonateur.

» Si l'on adapte aux extrémités du résonateur, de part et d'autre de l'interruption, de petits bouts de fil de cuivre, de longueur croissante, dont l'effet est d'augmenter toujours plus son amplitude, on obtient avec ce même cercle des inter-nœuds croissant de quantités équivalentes. Ajoutons que nous n'avons pas réussi à constater l'existence des nœuds avec un résonateur rectiligne, non fermé sur lui-même.

» Tous ces faits montrent, pensons-nous, que l'on peut dans le mouvement oscillatoire électrique qui émane d'un excitateur de M. Hertz révéler une onde d'une grandeur quelconque, entre certaines limites, la grandeur de l'onde dont on constate les ventres et les nœuds dans l'expérience ci-dessus ne dépendant que des dimensions du résonateur employé pour cela. On est fondé à admettre que le système ondulatoire électrique produit par un tel excitateur contient toutes les longueurs d'onde possibles entre certaines limites, chaque résonateur choisissant dans cet ensemble complexe.



pour en montrer les ondes stationnaires, l'ondulation dont la période correspond à la sienne propre. C'est donc ce qu'on peut appeler *résonance multiple* des ondulations électriques, comme on a déjà appelé *résonateurs* les appareils destinés à mettre en évidence le mouvement vibratoire.

» Cette multiplicité de la période du mouvement ondulatoire électrique n'a rien qui doive nous étonner à première vue ; mais il y avait, nous semble-t-il, un certain intérêt à la constater. »

M. CORNU, à l'occasion de cette Communication, ajoute la remarque suivante :

« Ces résultats montrent avec quelle réserve il convient d'accueillir les conséquences théoriques que M. Hertz a tirées de ses expériences, particulièrement en ce qui concerne la mesure de la vitesse de propagation de l'induction dans un conducteur rectiligne.

» La théorie de M. Hertz repose en effet sur deux éléments distincts :

» 1° Sur l'*hypothèse* fondamentale que l'étincelle de la bobine inductrice produit un ébranlement de *période fixe*, déterminée uniquement par la construction de l'excitateur ;

» 2° Sur l'*observation d'une périodicité apparente* dans l'état électrique des fils induits.

» Alors l'Auteur, poursuivant l'assimilation du fil induit avec une colonne élastique vibrante, imagine qu'il existe une corrélation entre cette périodicité hypothétique de l'excitateur et la périodicité apparente de l'état électrique du fil ; il détermine des nœuds et des ventres (c'est-à-dire l'analogie d'une longueur d'onde  $\lambda$ ) à l'aide d'un appareil auxiliaire ou *résonateur électrique* ; d'autre part, un calcul fondé sur des bases contestables lui fournit la période oscillatoire T de l'excitateur primaire, d'où il conclut, par la relation  $\lambda = VT$ , la vitesse V de propagation de l'induction dans le fil, analogue de la vitesse de propagation d'une onde électrique, vitesse qui, dans certains cas, se trouve identique à la vitesse de la lumière.

» Les expériences de MM. Sarasin et de la Rive nous apprennent que l'état oscillatoire de la charge électrique du fil induit, au lieu d'être invariable, comme doit l'être le régime vibratoire d'une colonne élastique soumise à une action de période unique et déterminée, dépend essentiellement du résonateur avec lequel on l'explore.

» Ce résultat est extrêmement grave pour la théorie de M. Hertz : en effet, le seul élément expérimental fixe et incontestable paraissait être la

valeur de la longueur d'onde de la propagation électrique corrélative d'une période bien définie de l'excitateur.

» Nous apprenons aujourd'hui que cette longueur d'onde est variable avec l'appareil d'observation : la théorie de M. Hertz est alors enfermée dans un dilemme dont les deux termes sont également fâcheux : l'expérience montrant que  $\lambda = VT$  est variable, ou bien c'est la période T qui n'est pas fixe et unique, conclusion contraire à l'hypothèse fondamentale, à l'idée originale de l'auteur; ou bien c'est le facteur V qui est variable avec l'explorateur, conséquence absurde, puisque V doit représenter la vitesse de propagation de l'induction, c'est-à-dire une constante spécifique.

» On voit qu'il est très prudent de procéder comme l'ont fait MM. Sarasin et de la Rive, c'est-à-dire d'étudier d'abord et avec précision la méthode expérimentale, très curieuse, imaginée par M. Hertz, avant de songer à la présenter comme une démonstration de l'identité de l'électricité et de la lumière. »

PHYSIQUE. — *Sur le rapport entre les conductibilités électrique et thermique des métaux.* Note de M. ALPHONSE BERGET, présentée par M. Lippmann.

« Dans ma précédente Communication (1), j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie une méthode simple qui, réalisant le cas théorique du mur de Fourier, permettait de mesurer, à l'aide de simples déterminations de température, la conductibilité thermique des différents métaux relativement à celle du mercure. Comme j'avais déjà (2) mesuré cette dernière en valeur absolue, il en résulte que la méthode fournissait les conductibilités absolues des métaux étudiés.

» J'ai étendu, depuis lors, ces déterminations à différents métaux que je n'avais pas mis en expérience pendant mon premier travail. Ayant ainsi de bonnes mesures absolues de leurs conductibilités thermiques, j'ai pensé qu'il y aurait intérêt à leur comparer les valeurs de leurs conductibilités électriques déterminées sur les mêmes échantillons, ce qui est une condition essentielle de comparabilité.

» Pour cela, j'ai retiré de son anneau de garde la barrette qui y était enchâssée pour la mesure de la conductibilité thermique, et j'en ai déter-

(1) *Comptes rendus.*

(2) *Comptes rendus*, 25 juillet 1887.



miné la conductibilité électrique par la méthode du pont double de Sir W. Thomson. J'ai cherché ensuite le rapport des coefficients moyens  $k$  de conductibilité thermique aux coefficients moyens  $c$  de conductibilité électrique, mesurés tous deux entre  $0^{\circ}$  et  $30^{\circ}$ . Tous ces résultats sont consignés dans le Tableau suivant :

| Métaux.        | $k$ .  | $c$ .                  | $\frac{k}{c}$ .   |
|----------------|--------|------------------------|-------------------|
| Cuivre.....    | 1,0405 | $65,13 \times 10^{-5}$ | $1,6 \times 10^3$ |
| Zinc.....      | 0,303  | $18,00 \times 10^{-5}$ | $1,7 \times 10^3$ |
| Laiton.....    | 0,2625 | $15,47 \times 10^{-5}$ | $1,7 \times 10^3$ |
| Fer.....       | 0,1587 | $9,41 \times 10^{-5}$  | $1,7 \times 10^3$ |
| Étain.....     | 0,151  | $8,33 \times 10^{-5}$  | $1,8 \times 10^3$ |
| Plomb.....     | 0,0810 | $5,06 \times 10^{-5}$  | $1,6 \times 10^3$ |
| Antimoine..... | 0,042  | $2,47 \times 10^{-5}$  | $1,7 \times 10^3$ |
| Mercure.....   | 0,0201 | $1,06 \times 10^{-5}$  | $1,8 \times 10^3$ |

» On voit que l'ordre des conductibilités est le même pour la chaleur et l'électricité, mais que le rapport  $\frac{k}{c}$  n'est pas rigoureusement constant. Je ne crois donc pas qu'il y ait proportionnalité absolue entre les coefficients de conductibilité électrique et thermique.

» J'avais d'ailleurs, dans un travail précédent, étudié la variation du coefficient de conductibilité thermique du mercure entre  $0^{\circ}$  et  $300^{\circ}$ . J'avais trouvé que le coefficient moyen de variation était, pour  $1^{\circ}$ , — 0,00046, nombre différent du coefficient de variation correspondant de la conductibilité électrique, qui est — 0,00085.

» La loi de la proportionnalité des deux conductibilités n'est donc exacte qu'approximativement, à peu près dans les conditions de la loi de Dulong et Petit relative aux chaleurs spécifiques (1). »

CHIMIE. — *Chaleur de formation du chlorure platinique.* Note de M. L. PIGEON, présentée par M. Troost.

« Le chlorure platinique peut être obtenu, comme je l'ai fait voir précédemment (*Comptes rendus*, t. CVIII, p. 1009), en décomposant par la chaleur, dans un courant de chlore, une combinaison anhydre que ce chlorure forme avec le chlorure sélénique. Une fois établie la complète

(1) Ce travail a été fait au laboratoire des Recherches physiques de la Sorbonne.

stabilité de ce corps, même à 360°, dans une atmosphère de chlore, je me suis proposé de compléter son étude et de déterminer sa chaleur de formation. J'ai cherché, par conséquent, à préparer le chlorure platinique par une méthode pratique et capable d'en fournir de notables quantités. On y parvient facilement en préparant tout d'abord l'acide chloroplatinique, et chauffant celui-ci dans un courant de chlore, à la température bien définie de 360° que donne la bouteille à mercure.

» I. Pour obtenir une quantité suffisante d'acide chloroplatinique bien exempt de produits nitreux, j'ai trouvé préférable de ne pas employer l'attaque du métal par l'eau régale. Si l'on emploie ce procédé, on doit en effet faire, après l'attaque, plusieurs évaporations à sec en présence d'acide chlorhydrique ; si, pendant la dernière évaporation, la température devient trop élevée, on peut craindre que la composition du produit ne soit notablement altérée. Il m'a paru plus sûr de décomposer, par le chlore, du chloroplatinate d'ammoniaque mis en suspension dans l'eau : l'opération se fait commodément dans un ballon à long col que l'on chauffe, vers 110°, dans un bain d'eau salée. Lorsque toute trace d'ammoniaque a disparu, on soumet à l'évaporation la liqueur, d'abord à une chaleur douce, puis dans le vide sec à la température ambiante ; cette liqueur abandonne alors de beaux prismes rouge orangé, déliquescents, d'acide chloroplatinique.

» Cette matière a été souvent décrite, notamment par Weber (*Poggendorff's Annalen*, t. 31, p. 411) et par Topsøe (*Résumé du Bulletin de la Société royale danoise des Sciences pour 1868*). L'analyse a donné la composition suivante, en parfait accord avec la formule  $\text{PtCl}_4, 2\text{HCl}, 6\text{H}_2\text{O}$  que ces deux savants lui ont assignée :

|                | Calculé. | Trouvé. |
|----------------|----------|---------|
| Platine.....   | 37,57    | 38,22   |
| Chlore.....    | 41,04    | 40,63   |
| Hydrogène..... | 0,38     | »       |
| Eau.....       | 21,01    | »       |
|                | 100,00   |         |

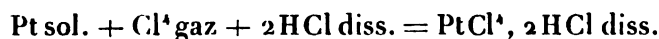
» Si l'on chauffe à 360° les cristaux dont je parle, ils perdent leur eau et leur acide chlorhydrique, mais ils fondent tout d'abord dans l'eau de cristallisation, puis la matière fondue se boursoufle et projette. Il vaut mieux abandonner d'abord ces cristaux pendant quelques jours dans le vide sec, au-dessus de la potasse fondue, à une température douce : ils s'effleurissent bientôt et ne contiennent plus que deux molécules d'eau environ, au lieu de six ; chauffés dans le chlore à 360°, ils se comportent

comme il est dit plus haut, sauf qu'ils ne fondent pas. Ils laissent une matière pulvérulente, brune, identique pour l'aspect et les propriétés à celle que j'ai précédemment décrite. L'analyse lui assigne la formule  $\text{PtCl}^4$  :

|               | Calculé. | Trouvé. |
|---------------|----------|---------|
| Platine ..... | 57,87    | 57,79   |
| Chlore.....   | 42,13    | 41,80   |
|               | 100,00   |         |

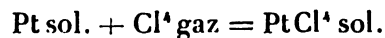
» J'ai cru devoir faire des vérifications de mes analyses, en déterminant le poids de platine que laisse la substance lorsqu'on la calcine seule dans un creuset : j'ai rencontré, en faisant cette expérience, un fait intéressant à signaler. Si l'on n'a pas soin de conduire cette calcination d'une façon très lente, on constate que le creuset, dont la température n'a pas dépassé le rouge très sombre, s'est tapissé sur ses parois de cristaux de platine, déjà reconnaissables à l'œil nu, et qui présentent, lorsqu'on les regarde au microscope, des faces et des arêtes très nettes. Il y a donc déjà volatilisation apparente du platine à une température relativement très basse, inférieure de plusieurs centaines de degrés à celle que réalisaient MM. Troost et Hautefeuille (*Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 947) dans leurs recherches sur la volatilisation du platine dans le tube chaud et froid, au milieu d'un courant de chlore. Le résultat que j'indique ici est d'ailleurs tout à fait analogue à celui qu'a obtenu M. Moissan (*Comptes rendus*, t. CIX, p. 807) dans son travail récent sur le fluorure platinique. Une calcination extrêmement lente permet seule d'éviter ce transport du platine sur les parois et le couvercle du creuset.

» II. M. Thomsen a déterminé, en 1877 (*Journal für praktische Chemie*, t. XV, p. 435), la chaleur de formation de l'acide chloroplatinique à partir du platine, du chlore et de l'acide chlorhydrique dissous : il a trouvé que la réaction



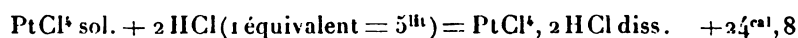
correspond à 84<sup>cal</sup>,6 dégagées.

» Je me suis proposé de chercher, à l'aide du produit dont je viens d'indiquer la préparation, la chaleur de formation du chlorure anhydre, correspondant à la réaction



» A cet effet, le chlorure anhydre a été dissous dans l'acide chlorhy-

drique dilué (7<sup>gr</sup>,3 par litre). La quantité d'acide employé était environ cinq fois celle qui aurait été nécessaire pour former l'acide chloroplatinique. J'ai vérifié d'ailleurs qu'un excès d'acide chlorhydrique, ajouté à la dissolution de cet acide chloroplatinique, ne donne lieu à aucun dégagement de chaleur appréciable. — La dissolution du chlorure anhydre est immédiate, et le dégagement de chaleur instantané. J'ai obtenu, à la température de 11°,



» En comparant ce nombre avec ceux de M. Thomsen, on trouve :

|   |                        |
|---|------------------------|
| Pt sol. + Cl <sup>2</sup> gaz = PtCl <sup>4</sup> sol. ....           | +59 <sup>cal</sup> , 8 |
| PtCl <sup>4</sup> sol. + 2KCl sol. = PtCl <sup>4</sup> , 2KCl. ....   | +29 <sup>cal</sup> , 7 |
| PtCl <sup>4</sup> sol. + 2NaCl sol. = PtCl <sup>4</sup> , 2NaCl. .... | +13 <sup>cal</sup> , 9 |

» J'ai déterminé aussi la chaleur de dissolution de l'acide chloroplatinique. La mesure que j'en ai faite a porté sur 32<sup>gr</sup>,12 de ce corps, soit  $\frac{1}{16}$  du poids moléculaire. La dissolution de PtCl<sup>4</sup>, 2HCl, 6H<sup>2</sup>O correspond à 4<sup>cal</sup>,34 dégagées. Ce nombre est relatif à la dissolution du corps dans environ quinze fois son poids d'eau : il se rapporte à la température de 14°.

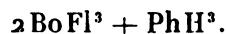
» On peut conclure de là la chaleur de formation de l'acide chloroplatinique solide PtCl<sup>4</sup>, 2HCl + 6H<sup>2</sup>O à partir de PtCl<sup>4</sup> sol. et HCl diss.; elle correspond à 20<sup>cal</sup>,5 dégagées.

» Il reste encore à déterminer, pour compléter l'étude thermo-chimique du chlorure platinique, sa chaleur de dissolution dans l'eau et celle de son hydrate. Il semble que, pour obtenir la première de ces données, il suffise de projeter dans l'eau le chlorure anhydre. Cette expérience, que j'ai faite, ne m'a pas encore donné de résultats satisfaisants : la dissolution, au moment même où on la prépare, n'est pas limpide; elle contient en suspension un solide jaune clair, et ce n'est qu'après un temps assez long que la liqueur devient claire d'elle-même. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les combinaisons de l'hydrogène phosphoré gazeux avec les fluorures de bore et de silicium.* Note de M. Bessox, présentée par M. Troost.

« L'hydrogène phosphoré gazeux bien sec semble sans action sur le fluorure de bore à la température ordinaire; mais, si l'on fait arriver les

deux gaz dans une enceinte refroidie, la combinaison semble déjà se produire vers  $-30^{\circ}$ . Mais, en raison de la difficulté que l'on éprouve à condenser le produit de la réaction en présence d'un excès des gaz réagissants, la température a dû être portée jusqu'à  $-50^{\circ}$ ; on voit alors se déposer un corps solide blanc, qui se teinte en jaune quand la température s'élève, en même temps qu'il se décompose. Si l'on recueille les produits gazeux qui se dégagent lorsque le corps revient à la température ambiante ou qu'on le chauffe légèrement, on constate que le mélange gazeux recueilli est formé de deux volumes de fluorure de bore pour un volume de gaz hydrogène phosphoré renfermant de l'hydrogène en excès : c'est qu'en même temps une partie de l'hydrogène phosphoré gazeux s'est transformée en phosphore solide d'hydrogène, qui tapisse les parois du tube dans lequel s'est faite la réaction; cette production de phosphore solide explique la présence de l'hydrogène libre en excès. Cette décomposition permet d'assigner à la combinaison la composition représentée par la formule



» Ce corps est décomposable par l'eau, avec mise en liberté d'hydrogène phosphoré gazeux.

» La combinaison directe de l'hydrogène phosphoré avec le fluorure de silicium n'a pu être obtenue sans le secours de la pression, même en faisant passer le mélange des gaz, déjà refroidis par un mélange réfrigérant, dans un tube refroidi par de l'acide carbonique solide mélangé d'éther. Mais si l'on introduit dans le tube Cailletet un mélange de deux volumes d'hydrogène phosphoré avec trois volumes de fluorure de silicium, puis, refroidissant à  $-22^{\circ}$ , qu'on comprime le mélange vers 50 atmosphères, on voit les parois du tube se tapisser de petits cristaux blancs très brillants, dont le volume augmente quand on maintient la pression pendant un temps assez long. C'est cette proportion des gaz qui semble la plus favorable à la production des cristaux, bien qu'on en puisse encore obtenir quand le volume gazeux est formé soit de volumes égaux des deux gaz, soit de deux volumes de fluorure de silicium pour un volume de gaz hydrogène phosphoré. Mais on obtient plus de cristaux, même à  $-40^{\circ}$ , si les proportions des gaz sont : deux volumes d'hydrogène phosphoré pour un volume de fluorure de silicium ou un volume d'hydrogène phosphoré pour trois de fluorure de silicium. On peut donc admettre que la composition de ces cristaux répond à deux volumes de gaz hydrogène phosphoré pour trois volumes de fluorure de silicium, ou à une proportion voisine.

» Ces combinaisons et quelques autres qui restent à étudier rendent plus étroites les analogies du gaz hydrogène phosphoré avec l'ammoniaque. »

PHYSIQUE. — *Sur l'état d'équilibre que prend, au point de vue de sa concentration, une dissolution gazeuse primitivement homogène, dont deux parties sont portées à des températures différentes.* Note de M. P. VAN BERCHEM, présentée par M. Friedel.

« L'étude d'une dissolution saline placée dans les mêmes conditions a été faite par M. Ludwig (<sup>1</sup>), qui a trouvé, pour une dissolution de sulfate de soude, qu'il y avait concentration du sel dans la partie froide, et par M. Ch. Soret (<sup>2</sup>). Ce dernier trouve pour l'azotate de potassium, les chlorures de lithium, potassium et sodium : 1° qu'il se produit un phénomène de diffusion par suite duquel la concentration tend à augmenter dans la partie froide, aux dépens de la partie chaude; 2° que la différence qui s'établit croît avec la concentration du liquide; 3° que, dans la série des chlorures alcalins, la différence est d'autant plus grande pour une même concentration absolue que le poids moléculaire du sel est plus élevé.

» Les recherches ont porté sur l'acide chlorhydrique et l'ammoniaque, leur très fort coefficient de solubilité permettant d'apprécier de faibles différences de concentration. L'appareil employé était celui de M. Soret. Les dissolutions étaient introduites dans des tubes droits verticaux dont les parties supérieures pénétraient par des moufles dans une chaudière maintenue à 50° environ, et les parties inférieures plongeaient dans un réservoir d'eau froide maintenue à 15°. L'ouverture des tubes se faisait en cassant les deux extrémités effilées et en recevant successivement les deux portions chaude et froide dans des flacons distincts. Ces fractions étaient dosées à l'aide de liqueurs titrées très étendues. Bien que les résultats ne soient pas exactement les mêmes pour les différents tubes, ils indiquent une concentration dans la partie froide : les chiffres indiquent le poids de gaz par 1<sup>cc</sup> de la solution.

---

(<sup>1</sup>) *Archives des Sciences physiques et naturelles*, t. II, p. 48; 1879, et t. IV, p. 209; 1880.

(<sup>2</sup>) *Wiener Ber.*, t. XX, p. 339; 1856.



*Acide chlorhydrique. — Tubes droits.*

| Durée<br>de<br>l'expérience. | Parties |         | Différence. |
|------------------------------|---------|---------|-------------|
|                              | froide. | chaude. |             |
| 14. jours                    | 0,1393  | 0,1365  | 0,0028      |
| 14.                          | 0,1402  | 0,1348  | 0,0054      |
| 14.                          | 0,1429  | 0,1368  | 0,0061      |
| 14.                          | 0,2041  | 0,2023  | 0,0018      |
| 14.                          | 0,2072  | 0,2009  | 0,0061      |
| 42.                          | 0,1682  | 0,1634  | 0,0048      |
| 42.                          | 0,1713  | 0,1705  | 0,0008      |
| 42.                          | 0,1731  | 0,1685  | 0,0046      |

» Les résultats n'étaient plus réguliers avec les dissolutions d'ammoniaque. On pouvait le prévoir; car, la densité des dissolutions d'ammoniaque allant en diminuant avec leur concentration, si la concentration devait se produire dans la partie froide, c'est-à-dire en bas, cette partie, devenant plus légère, se serait mise à monter, et le courant ainsi engendré aurait empêché tout état d'équilibre. On employa alors des tubes en U renversé dont chaque branche plongeait dans l'un des deux réservoirs juxtaposés. Deux ampoules étaient soufflées vers le haut des branches et l'on soudait sur le milieu de la courbure de l' $\Omega$  un petit tube effilé. Au remplissage, on y laissait une bulle d'air. Pour vider les tubes, on cassait les ampoules et le tube effilé; le liquide de la partie intermédiaire s'écoulait et les deux portions, chaude et froide, contenues dans la partie inférieure des branches, étaient recueillies séparément, en brisant les deux pointes inférieures, dans des flacons contenant de la liqueur titrée et pesés. On évitait ainsi toute perte de gaz. Les chiffres suivants indiquent le poids de gaz pour 1<sup>er</sup> de la solution :

*Ammoniaque. — Tubes en  $\Omega$ .*

| Durée.<br>de<br>l'expérience. | Parties |         | Différence. |
|-------------------------------|---------|---------|-------------|
|                               | froide. | chaude. |             |
| 13.                           | 0,1383  | 0,1350  | 0,0033      |
| 21.                           | 0,1410  | 0,1415  | — 0,0005    |
| 21.                           | 0,1392  | 0,1364  | 0,0028      |
| 34.                           | 0,1403  | 0,1400  | 0,0003      |
| 34.                           | 0,1413  | 0,1405  | 0,0008      |
| 34.                           | 0,1442  | 0,1405  | 0,0037      |

» La concentration se fait donc aussi dans la partie froide : elle est du même ordre que pour l'acide chlorhydrique et que pour les sels étudiés par M. Ch. Soret.

» Les variations des chiffres ci-dessus proviennent de l'imperfection de la méthode et ne permettent pas de voir l'influence produite par la durée de l'expérience ou par la concentration de la dissolution.

» Il restait à s'assurer que la concentration dans les tubes en U ne provenait pas d'une distillation de la branche chaude dans la froide par l'intermédiaire de la bulle d'air contenue dans le petit tube.

» Trois tubes incomplètement remplis, dont les fractions chaudes et froides étaient entièrement séparées par de l'air, ont donné les résultats suivants :

| Durée<br>de<br>l'expérience. | Parties |         | Différence. |
|------------------------------|---------|---------|-------------|
|                              | froide. | chaude. |             |
| 1 jour .....                 | 0,3331  | 0,1730  | 0,1603      |
| 3 heures .....               | 0,2369  | 0,2028  | 0,0341      |
| 5    » .....                 | 0,1418  | 0,1169  | 0,0249      |

» Cette concentration d'un ordre plus élevé et obtenue dans un temps beaucoup plus court provient évidemment de distillation. Puisqu'elle n'a pas été obtenue dans les tubes entièrement remplis, c'est qu'il existe bien un état d'équilibre spécial pour une dissolution gazeuse dont deux parties sont portées à des températures différentes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Observation sur le pouvoir rotatoire de la matézite et du matézo-dambose.* Note de M. **ALNÉ GIRARD**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai présenté à l'Académie des Sciences, au mois de novembre 1873, un Mémoire sur une matière sucrée nouvelle que je venais de découvrir dans la sève des lianes à caoutchouc de l'île de Madagascar. A cette matière j'ai donné le nom de *matézite*, pour rappeler le nom de *matezu roritana* sous lequel, d'après les renseignements qu'a bien voulu me donner M. A. Grandidier, les Malgaches désignent le caoutchouc.

» En soumettant la matézite à la réaction générale que j'avais, pour la première fois, appliquée à la dambonite, je l'ai dédoublée, d'un côté en iodure de méthyle, d'un autre en un isomère des glucoses, que, pour le

rapprocher du dambose fourni par la dambonite, j'ai désigné sous le nom de *matézo-dambose*.

» Dans la Note résumant les propriétés de ces corps et insérée aux *Comptes rendus* (t. LXXVII, p. 995), j'ai, à cette époque, troublé par de douloureuses préoccupations de famille, laissé se glisser deux erreurs numériques, résultant soit d'une faute de copie, soit d'une faute d'impression; ces erreurs sont relatives au pouvoir rotatoire de la matézite et à celui du matézo-dambose. Les chiffres qui représentent ces pouvoirs sont, dans la Note que je rappelle, inexactement reproduits.

» Les publications récentes de MM. Maquenne et Ch. Combes ayant rappelé mon attention sur ce travail déjà ancien et que j'ai abandonné depuis dix-sept ans, j'ai recherché dans mes cahiers d'expérience le détail des déterminations que j'avais faites en 1873, et j'ai aussitôt reconnu l'erreur qui avait été commise.

» Pour le bien établir, je reproduis ici les données de ces déterminations, dont le résultat a été calculé à l'aide de la formule de M. Berthelot

$$\alpha_D = \frac{V}{\rho l} :$$

|                   | Matézite.             | Matézo-dambose.       |                       |
|-------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                   |                       | I.                    | II.                   |
| Matière employée. | 2 <sup>gr</sup> , 447 | 0 <sup>gr</sup> , 583 | 0 <sup>gr</sup> , 212 |
| Volume.....       | 20 <sup>cc</sup> , 6  | 20 <sup>cc</sup> , 6  | 20 <sup>cc</sup> , 6  |
| Rotation.....     | 15°, 5 ✓              | 3°, 55 ✓              | 1°, 4 ✓               |
| $\alpha_D =$      | 65°, 2 ✓              | 62°, 8 ✓              | 68°, 0 ✓              |
| Moyenne.....      |                       | 65°, 4.               |                       |

» Les deux pouvoirs rotatoires observés par moi en 1873, pour la matézite et le matézo-dambose, sont donc égaux, et non différents, comme le faisaient supposer les chiffres (79° et 6°) insérés par erreur aux *Comptes rendus*.

» Possédant encore une petite quantité de ces produits rares, j'ai voulu, ces jours derniers, déterminer à nouveau leurs pouvoirs rotatoires, à l'aide des instruments plus précis que nous possédons aujourd'hui, et j'ai obtenu les résultats suivants :

|                       | Matézite.             | Matézo-dambose.       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Matière employée..... | 0 <sup>gr</sup> , 725 | 0 <sup>gr</sup> , 695 |
| Volume.....           | 20 <sup>cc</sup> , 0  | 20 <sup>cc</sup> , 0  |
| Rotation.....         | 4°, 7 ✓               | 4°, 5 ✓               |
| $\alpha_D =$          | 64°, 7 ✓              | 64°, 7 ✓              |

» L'identité du pouvoir rotatoire de la matézite et du matézo-dambose se trouve ainsi absolument confirmée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une inosite nouvelle, la racémo-inosite.*  
Note de MM. MAQUENNE et CH. TANRET, présentée par M. Berthelot.

« Nous avons établi récemment, chacun de notre côté (<sup>1</sup>), que, sous l'action de l'acide iodhydrique, la pinite et la québrachite se dédoublent en iodure de méthyle et inosites actives : la pinite donnant une inosite dextrogyre et la québrachite, une inosite lévogyre, dont nous avons fait connaître les principales propriétés. Or, en comparant celles-ci, et notamment leurs pouvoirs rotatoires, il nous est venu à l'idée que nous pourrions bien avoir affaire à des sucres qui auraient entre eux les mêmes relations que les acides tartriques droit et gauche; et c'est ainsi que nous avons été amenés à entreprendre en commun le travail que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie.

» Nos recherches, répétées avec les mêmes instruments sur les deux inosites, ont donné les résultats suivants :

» 1<sup>o</sup> Elles ont un pouvoir rotatoire exactement égal, mais de sens contraire :  $[\alpha_D] = + 65^\circ$  pour l'inosite dextrogyre,  $[\alpha_D] = - 65^\circ$  pour l'inosite lévogyre, toutes deux prises à l'état anhydre, et  $[\alpha_D] = \pm 55^\circ$  pour les sucres hydratés, ce qui correspond sensiblement au chiffre calculé. Ces valeurs ont été obtenues avec des solutions au  $\frac{1}{10}$  et au  $\frac{1}{20}$ , et nous nous sommes assurés qu'elles sont les mêmes, que la dissolution ait été faite à chaud ou à froid. Les inosites actives ne présentent donc pas le phénomène de la birotation, si fréquent chez les sucres.

» 2<sup>o</sup> Cette égalité de pouvoirs rotatoires en sens inverse se retrouve dans leurs éthers acétiques. C'est ainsi que nous avons trouvé, pour celui de l'inosite dextrogyre :  $[\alpha_D] = + 9^\circ, 75$ , et pour celui de l'inosite lévogyre :  $[\alpha_D] = - 10^\circ$ .

» Ces deux éthers, également amorphes, se ramollissent à la chaleur de la main.

» 3<sup>o</sup> Elles se ramollissent sans se décomposer vers  $210^\circ$  et fondent en même temps à  $247^\circ$ .

---

(<sup>1</sup>) MAQUENNE, *Comptes rendus*, t. CIX, p. 812 et 968; C. TANRET, *Comptes rendus*, t. CIX, p. 908.

» 4° Leurs éthers benzoïques, qui sont l'un et l'autre cristallisés en aiguilles brillantes, ont le même point de fusion : 252°. Ils n'ont pu, à cause de leur peu de solubilité, être examinés au polarimètre.

» 5° Toutes deux cristallisent dans l'eau avec 2 molécules d'eau. Cependant, l'inosite dextrogyre peut aussi cristalliser dans l'eau froide en cristaux anhydres, ce qui n'a pu être obtenu avec l'inosite lévogyre.

» 6° Les deux inosites actives cristallisées avec 2 molécules d'eau ont sensiblement la même solubilité : la dextrogyre se dissolvant à 14° dans 2,13 parties d'eau, et la lévogyre dans 2,3 parties d'eau à 12°. Celle des corps anhydres est identique et notablement plus élevée : nous avons trouvé, en effet, qu'ils sont solubles dans 1,5 partie d'eau à 11°.

» 7° Elles se comportent exactement de la même manière vis-à-vis des réactifs.

» 8° Cristallisées avec 2 molécules d'eau, elles se présentent sous la forme de prismes rhomboïdaux hémiedres.

» Ce parallélisme de propriétés physiques et chimiques était bien de nature à faire espérer un racémique. Nous avons été assez heureux pour l'obtenir.

» Si l'on dissout séparément 1 partie de chaque inosite active dans 4 parties d'eau et qu'on mêle les liqueurs, on ne tarde pas à voir une abondante cristallisation tapisser les parois du vase. C'est la racémo-inosite, autrement dit l'inosite inactive par compensation qui s'est formée. Ses propriétés physiques sont absolument différentes de celles de ses générateurs ; ajoutons qu'elles le sont également de celles de l'inosite ordinaire. En effet, la racémo-inosite donne des solutions inactives sur la lumière polarisée ; elle fond à 253°, sans se ramollir auparavant, par conséquent une trentaine de degrés plus haut que l'inosite ordinaire, et, contrairement à cette dernière, la racémo-inosite ne se dépose de ses solutions froides qu'en cristaux anhydres ; sa solubilité est de dix à quinze fois moindre que celle des inosites actives, car elle ne se dissout que dans 22 parties d'eau à 15° et dans 26 parties à 11°. Elle donne, avec l'anhydride acétique, un éther cristallisé, qui fond à 111° ; et avec le chlorure de benzoïle, un éther benzoïque, cristallisé en aiguilles microscopiques et d'aspect cotonneux, qui fond à 217°. Enfin, la solution de la racémo-inosite additionnée de liqueur de Fehling ne verdit pas à chaud, ainsi qu'il arrive avec l'inosite ordinaire. Quant à sa composition, l'analyse a montré, ce qui était à prévoir, qu'elle est identique à celle des autres inosites.

» La racémo-inosite est donc bien une nouvelle espèce chimique, qui est

à l'inosite dextrogyre et à l'inosite lévogyre ce que l'acide paratartrique ou racémique est à l'acide tartrique droit et à l'acide tartrique gauche; les dénominations que nous avons appliquées à ces sucres se trouvent donc justifiées. Dans ce cas, l'inosite ordinaire de la chair musculaire, des haricots verts, des feuilles de noyer, etc., deviendrait l'inosite inactive par nature, correspondant à l'acide tartrique inactif. C'est ce que nous nous proposons de vérifier en appliquant aux inosites les procédés qui ont si bien réussi à M. Jungfleisch, pour passer d'un acide tartrique à un autre, en même temps que nous compléterons l'étude des différentes inosites.

» Les résultats que nous venons d'exposer offrent ainsi le premier fait d'isomérisation optique que l'on connaisse dans la série des sucres, isomérisation dont M. Pasteur a découvert le premier exemple et qui n'a été signalée jusqu'ici que dans un petit nombre de corps. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'utilisation et les transformations de quelques alcaloïdes dans la graine pendant la germination.* Note de M. ÉDOUARD HECKEL, présentée par M. A. Chatin.

« On s'est, depuis longtemps, posé la question de savoir ce que deviennent les alcaloïdes ou les principes actifs azotés des graines, durant la germination, et cependant, malgré les recherches aussi nombreuses que profondes auxquelles les phénomènes chimiques de la germination ont donné lieu (DETMER, *Vergleichende Physiologie des Keimungsprocess der Samen*, Iéna, 1880; A. JORISSEN, *Les phénomènes chimiques de la germination*, Bruxelles, 1886), la question n'a pas été abordée. Il était cependant intéressant de connaître si, comme on l'a supposé, ces alcaloïdes sont des déchets organiques inutilisables, ne servant qu'à protéger les graines contre la dent des animaux, ou si, fragments des matières albuminoïdes, comme le dit Jorissen, ils constituent des réserves nutritives azotées destinées à être utilisées directement ou indirectement par le jeune végétal issu de la graine.

» Mes recherches ont porté sur la *strychnine*, la *brucine*, la *daturine*, du groupe pyridique, et sur la *caféine*, du groupe urique.

» En ce qui concerne la *caféine*, les graines mises en cause ont été celles de *Sterculia acuminata* P. de Beauv. Leur richesse en caféine et leur volume considérable les imposaient à mon choix. Ces semences, mises à germer en serre chaude, ont donné des pieds bien développés sur lesquels les co-

tylédons ont pu être enlevés à des époques différentes, pour être analysés. Ces cotylédons, après avoir verdi et triplé de volume, se conservent intacts et attenants à la jeune tige jusqu'à la fin de la troisième année environ qui suit la germination; après ce temps, ils pourrissent. Les graines fraîches de kola contiennent 2<sup>es</sup>, 37 pour 100 de caféine; après une année de germination, il en reste 1<sup>er</sup>, 072; après deux ans 0<sup>es</sup>, 70; après trois ans 0<sup>es</sup>, 21. En même temps que la caféine disparaît, il se forme dans la graine deux produits nouveaux : 1<sup>o</sup> de la *chlorophylle*; 2<sup>o</sup> du *nitrate de potasse*, qui n'existent jamais dans les cotylédons non germés.

» Ce phénomène de nitrification, qui fait disparaître la *caféine* au profit de la jeune plantule, est comparable, étant donné le groupe auquel appartient la caféine, à celui que M. Lundstrœm a relevé dans plusieurs végétaux et notamment dans le caféier, dont les feuilles sont le siège de la formation d'organes désignés par cet auteur sous le nom de *domaties*. Les excréments des Acariens qui habitent ces organes transforment leur urée, sous l'influence des bactéries, en salpêtre qui est absorbé par l'épithélium spécial des domaties.

» En ce qui concerne les alcaloïdes du groupe pyridique, mes recherches ont porté sur les graines de *Strychnos nux-vomica* et de *Datura stramonium*. J'ai constaté que, dans un laps de temps relativement court (deux à cinq mois suivant les dimensions des graines), tous les alcaloïdes contenus dans l'endosperme ont disparu après avoir été transformés en substances plus assimilables, et cela sous l'influence de l'embryon; car, privées au préalable de leur germe, les mêmes graines, enfouies dans la terre humide, conservent longtemps leurs alcaloïdes sans transformation.

» Dans *Physostigma venenosum*, l'*ésérine* est transformée pendant le mouvement germinatif dans les cotylédons eux-mêmes, que la graine ait été semée avec ou sans sa gemmule. Dans les deux cas, on ne retrouve plus les propriétés physiologiques si caractéristiques de l'*ésérine*, dans l'extrait obtenu des cotylédons. Il existe donc, dans le tissu cotylédonnaire endospermique, les éléments de la transformation de cet alcaloïde.

» Du reste, que les graines soient ou non pourvues d'un endosperme, la disparition des alcaloïdes dans les organes où ils se localisent est complète à un moment donné, et ces alcaloïdes transformés ont passé dans la jeune plante; car on ne retrouve plus, par l'analyse, dans la graine ni les alcaloïdes avec leurs réactions connues et caractéristiques, ni les substances azotées auxquelles ils donnent forcément naissance par leur transformation. Il reste à connaître la nature des modifications subies par les alcaloïdes.

» Mais il demeure démontré par ces faits que, contrairement à certaines opinions, les alcaloïdes sont, dans les semences, de véritables réserves alimentaires qui, pour être assimilées, ont besoin d'être transformées dans leur constitution chimique.

» Les expériences de M. O. Réveil (*De l'action des poisons sur les plantes*, Lyon; 1865), qui, en arrosant des végétaux avec les solutions salines de leurs propres alcaloïdes, n'arrivait qu'à les faire mourir, prouvent d'une autre manière que les composés ne peuvent impunément être absorbés directement : il ne faut donc pas voir dans les bases organiques une forme diffusible des combinaisons azotées. »

ZOOLOGIE. — *Sur la parenté des Annélides et des Mollusques.*

Note de M. A. GIARD.

« Le Rapport sur le grand prix des Sciences physiques, publié dans les *Comptes rendus* du 30 décembre 1889, renferme (p. 1055) la phrase suivante : « Ce qui, dans le travail de M. Roule, mérite surtout d'attirer l'attention, c'est la place qu'il assigne aux Annélides dans la série animale. Il » *en fait des proches parents des Mollusques.* »

» Qu'il me soit permis de rappeler que, bien avant Hatschek et, par suite, avant Roule, j'ai émis la même opinion comme conclusion de mes recherches sur l'embryogénie comparée de certaines Annélides et de certains Mollusques.

» Le 24 janvier 1876, à la fin de ma dernière Note sur le développement de *Salmacina Dysteri* Huxley, j'écrivais dans les *Comptes rendus* :

» *Résultats généraux.* — La formation des organes des sens indépendamment du système nerveux et avant l'achèvement de ce système, la présence d'organes respiratoires exodermiques, la naissance tardive de l'appareil circulatoire, sont autant de caractères rapprochant l'embryon de *Salmacina* de celui des Mollusques. La divergence entre les Mollusques et les Annélides commence seulement après le stade *Trochosphaera* et, même après ce stade, les concordances morphologiques et les ressemblances histologiques entre les deux types sont encore très nombreuses. *La parenté des Mollusques et des Annélides est certainement plus prochaine que celle de ces dernières avec les Arthropodes*; l'existence de métamères chez les Arthropodes et chez les Annélides a masqué aux yeux des naturalistes les véritables affinités. C'est parmi les Rotifères qu'il faut chercher les origines des trois groupes : les Gastérotiches conduisent aux Annélides par le genre *Hemidasys* <sup>(1)</sup>... Les affinités des

---

(1) Je considérerais plutôt aujourd'hui le genre *Dinophilus* comme plus ancestral : mais cela n'a qu'une importance secondaire pour le point qui nous occupe.



embryons de Gastéropodes avec ceux des Rotifères (*Brachionus*) ont déjà été mises en lumière par les belles recherches de Salensky.

» Quelques mois plus tard, je disais encore :

» La concordance parfaite que fournit la superposition des premiers stades embryonnaires et la présence générale du stade *Trochosphæra* chez les Mollusques, les Annélides polychètes, les Rotifères, les Brachiopodes et les Bryozoaires, nous montrent de la façon la plus évidente que ces différents groupes appartiennent à une même masse.

» Que si l'on m'objecte que l'embryogénie des Oligochètes, des Hirudinées, des Céphalopodes, des Nématodes présente des dissemblances considérables avec celle des types précédemment énumérés, je répondrai que ces groupes sont tellement unis aux précédents par une série de formes voisines au point de vue anatomique et organogénique, que nous devons les considérer comme les extrémités de ces séries rameuses dont Lamarck signalait déjà l'existence au sein de ses masses fondamentales. Peut-être même quelques-uns de ces groupes (Nématodes, Oligochètes) ont-ils divergé de la souche commune avant le stade *Trochosphæra*. Il ne faut pas, en effet, nous en laisser imposer par la forme extérieure, et il y a plus de différence entre un *Ascaris* et une *Serpula* qu'entre une *Serpula* et une *Terebratula*.

» Mais il est infiniment plus probable, en raison de la conformité anatomique des Oligochètes et des Polychètes que, dans ce cas au moins, il y a eu simplement falsification de l'embryogénie chez les premières. L'*Euaxes* et le *Lumbricus* devant sortir de l'œuf presque avec la forme de l'adulte, le stade *Trochosphæra* a été supprimé. Chez le *Limnæus*, où l'embryon mène encore une vie demi-libre dans le liquide albumineux qui l'entoure, on trouve une trochosphère réduite en proportion de la liberté des mouvements (1).

» Enfin, en 1878, j'insistais à nouveau sur la nécessité de créer, pour les Mollusques, les Annélides et les groupes satellites, un embranchement comparable à ceux des *Vertebrata* et des *Arthropoda*. Cet embranchement, que je désignais sous le nom de *Gymnotoca*, était caractérisé, surtout au point de vue anatomique, par l'existence d'un système excréteur secondaire (deutonéphres ou organes segmentaires) remplaçant le système excréteur primaire (système protonéphrique), dont l'existence est permanente dans le groupe ancestral des Vers plats.

» Le phylum des *Gymnotoca* était subdivisé de la manière suivante :

- |           |   |  |
|-----------|---|--|
| GYMNOTOCA | } | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. MOLLUSCA : <i>Cephalopoda</i>, <i>Gasteropoda</i>, <i>Acephala</i>, <i>Scaphopoda</i>, <i>Polyplacophora</i> et <i>Neomenida</i>.</li> <li>2. ANNELIDA : <i>Chætopoda</i>, <i>Gymnotoma</i> (<i>Polygordius</i>), <i>Hirudinea</i>, <i>Gephyrea</i>, <i>Chætognatha</i>, etc.</li> <li>3. BRACHIOPODA.</li> <li>4. CILIATA : <i>Rotifera</i>, <i>Gasterotricha</i>, <i>Bryozoa</i>.</li> </ol> |
|-----------|---|--|

---

(1) A. GIARD, *Les faux principes biologiques et leurs conséquences en taxonomie* (*Revue scientifique*, 18 mars 1876, p. 277).

» Au point de vue embryogénique :

» Les *Gymnotoca*, ajoutais-je, sont caractérisés par la larve *Trochosphaera*, comme les Arthropodes par l'embryon *Nauplius*.

» L'établissement de ce phylum nouveau rencontrera peut-être une certaine opposition. Je suis convaincu que cette opposition cessera quand, abandonnant les idées couramment reçues, on ne perdra pas de vue, dans l'étude des animaux adultes, le fil conducteur de l'embryogénie.

» Même en considérant les animaux à l'état adulte, y a-t-il plus de différence entre un Poulpe et un Ver de terre qu'entre un Papillon et une Balane, ou qu'entre un Oiseau-Mouche et l'*Amphioxus* (1)?

» Au reste, je prie le lecteur de vouloir bien comparer le Tableau phylogénique des *Gymnotoca*, que j'ai donné en 1876 (*Revue scientifique*, t. XVII, p. 278), avec l'arbre généalogique des Trochozoaires dressé par Roule en 1889 (p. 411 du Mémoire couronné). Le changement essentiel consiste dans l'adoption, par Roule, du mot *Trochozoa*, proposé par Hatschek.

» La difficulté d'homologuer le schizocœle des *Gymnotoca* supérieurs avec l'entérocoœle des formes plus archaïques (*Sagitta*, Brachiopodes) m'avait préoccupé dès mon travail sur *Salmacina*. Le fait que les cellules mésodermiques originelles, chez les types schizocœliens, naissent de l'endoderme, au bord du prostome, en des points parfaitement homologues de ceux où se forment les diverticules endodermiques chez les entérocoœliens, m'avait déterminé, dès cette époque, à considérer ces derniers comme représentant l'état primitif dont la forme dérivée (condensée) est réalisée chez les Mollusques et les Annélides.

» Depuis, mes recherches embryogéniques m'ont permis de généraliser cette interprétation et de formuler la loi empirique suivante :

» *Lorsque, dans le développement d'animaux voisins, un organe prend naissance, tantôt par invagination ou repliement d'un feuillet cellulaire (processus Wolffien), tantôt par formation d'une masse cellulaire pleine qui plus tard peut se cliver ou se creuser d'une cavité, ce deuxième mode de formation doit être considéré comme une condensation du premier.*

» L'application de cette formule peut être faite chez les *Gymnotoca*, non seulement dans la question des deux formes de mésoderme, mais aussi dans la comparaison de l'*Archigastrula* (*Sagitta*, Brachiopodes) et des modes dérivés de gastrulation, dans la formation du système nerveux ven-

---

(1) *Bulletin scientifique du Nord*; 1878, nos 2 et 3, février-mars, page 47 et suiv.

tral par une gouttière (*Salmacina*, *Protodrilus*) comparée au mode de formation par épaissement, etc.

» A l'égard de ce dernier appareil et de l'exoderme en général, je dois ajouter que jamais, chez les diverses Annélides polychètes ou oligochètes dont j'ai étudié l'embryogénie, je n'ai rien vu de semblable au syncytium décrit par Roule. Avec plus ou moins de facilité, suivant les divers types, les contours des cellules exodermiques peuvent toujours être mis en évidence par des réactifs appropriés. »

ZOOLOGIE. — *Remarques sur la pêche de la Bichique à l'île de la Réunion.*

Note de M. LÉON VAILLANT, présentée par M. E. Blanchard.

« A l'occasion de recherches sur la montée de l'Anguille, recherches dont j'ai eu l'honneur d'entretenir l'Académie au mois de juillet 1889, je me suis trouvé conduit à rassembler des documents ayant rapport à des pêches analogues, qui peuvent avoir lieu en diverses contrées.

» Il existe, dans les collections d'Ichtyologie du Muséum d'Histoire naturelle, une certaine quantité de petits poissons, remis par Bosc à cet établissement en 1816, sous l'indication : « Montée d'Anguille de l'île de » France ». Bien que les exemplaires fussent de fort petite taille et dans un très médiocre état de conservation, ayant évidemment été desséchés avant d'être mis dans l'alcool, cependant l'examen de la partie terminale du rachis et de lambeaux du tégument couverts d'écaillés bien reconnaissables m'avait montré, dès l'abord, qu'il s'agissait, non d'une Anguille, mais d'un poisson Acanthoptérygien cténoïde monostique, appartenant, suivant toute vraisemblance, à la famille des Gobioides. Cette détermination se trouve aujourd'hui confirmée par les renseignements qu'ont eu l'obligeance de m'envoyer M. le D<sup>r</sup> Jacob de Cordemoy et M. Lantz, de l'île de la Réunion.

» Dans cette localité, comme à l'île Maurice et sur divers points de la mer des Indes, on pêche habituellement, sous le nom de *Bichiques*, plusieurs espèces de *Gobius* et de *Sicydium* au moment où, à l'état de fretin, ils remontent les cours d'eau. Les pêches les plus importantes se font à la Réunion, dans la rivière du Mât et celle des Marsouins. Le phénomène se produirait tous les mois, avec une intensité variable, quatre jours environ avant la nouvelle lune; l'influence de la marée paraît donc se faire sentir pour la montée de la Bichique comme pour celle de l'Anguille. L'abon-

dance du poisson est si grande dans certains cas que les embouchures en sont littéralement encombrées, et l'eau en contient une quantité si prodigieuse que les pêcheurs, faisant allusion à la forme des vagues, disent que les Bichiques montent en rouleau; il suffit à ce moment de recevoir ces vagues dans des nappes de toile pour que celles-ci soient remplies de petits poissons: la pêche régulière se fait d'ailleurs au moyen de longues nasses en nervures de palmier ou de bambou dites *rouves*, placées soit de manière à recevoir le flot montant, soit à l'extrémité de canaux artificiellement formés; la capture de ces poissons offre un tel attrait aux créoles que l'on abandonne pour s'y livrer les travaux les plus urgents. Une partie des Bichiques est consommée sur place à l'état frais, si l'abondance du produit le permet; une partie est séchée au soleil et transportée sur les différents points de l'île; c'est sous cette dernière forme que Bosc en avait reçu.

» M. Lantz ayant bien voulu m'envoyer dans l'alcool des exemplaires dans un excellent état de conservation, il a été facile de constater que ce jeune fretin, tout en ne montrant à l'extérieur aucune trace de la vésicule ombilicale, sauf une sorte de cicatrice linéaire sous le ventre, renferme cependant encore dans l'abdomen une bonne partie de la provision alimentaire vitelline de l'embryon, comme on l'observe pour la montée de l'Anguille, ce qui donne à l'un et l'autre de ces êtres sa valeur principale comme aliment. Les Bichiques sont au début d'un blanc grisâtre, presque transparentes, forme sous laquelle les habitants de la Réunion les appellent *sans-culottes*; elles deviennent plus foncées au bout de quelque temps.

» A propos du *Sicydium lagocephalum* Pallas, il est déjà fait en passant mention de cette pêche dans le tome XII de *l'Histoire des Poissons*, par Cuvier et Valenciennes, d'après des renseignements donnés par Dussumier, qui en avait été témoin dans la petite rivière de Saint-Denis. Cet observateur insiste également sur le nombre des personnes qui se livrent à cette pêche, sur la facilité avec laquelle se capture le poisson, sur son abondance, telle, qu'on peut souvent, dit-il, en rassembler la charge de plusieurs chevaux. Ainsi, depuis longues années, les remarques de Bosc étant, on l'a vu, de 1816, et celles de Dussumier antérieures dans tous les cas à 1837, la pêche de la Bichique a toujours été pratiquée avec la même activité, sans qu'il paraisse y avoir eu la moindre diminution dans son produit.

Si cette exploitation intensive, pas plus que pour la Civelte, n'a pas amené ce fâcheux résultat, c'est que pour l'un et l'autre animal les lieux

de reproduction ne sont pas atteints, et l'on peut en conclure que le respect, la protection des frayères, doivent être regardés comme un des plus sûrs moyens d'assurer la prospérité et, par suite, l'abondance du poisson. »

ZOOLOGIE. — *Sur le Prosopistoma variegatum de Madagascar*. Note de M. A. VAYSSIÈRE, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« En 1833, Latreille établissait dans la classe des Crustacés le genre *Prosopistoma* pour quelques petits Arthropodes aquatiques envoyés de Madagascar par Goudot; il dénommait *Pr. variegatum* cette espèce, et *Pr. punctifrons* l'espèce européenne découverte et décrite en 1764 par Geoffroy sous le nom de *Binocle à queue en plumet*.

» Les travaux publiés depuis Latreille par divers naturalistes ont presque tous été poursuivis sur des individus de l'espèce indigène, et les quelques naturalistes qui ont parlé du *Pr. variegatum* l'ont toujours fait d'après quelques-uns des spécimens desséchés provenant des collections du Muséum de Paris.

» L'intérêt qui s'attache à ces individus par suite de l'incertitude qui a régné longtemps sur leur position systématique, position qui n'a été parfaitement établie dans la classe des Insectes qu'en 1872 par MM. Em. et N. Joly, me pousse à faire connaître la capture récente de trois individus de l'espèce malgache, capture due à M. Fr. Sikora, naturaliste autrichien habitant l'île de Madagascar depuis deux ans.

» M. Sikora a pris ces trois *Pr. variegatum* dans de petits cours d'eau à courant rapide, situés aux environs du village d'Ambodinangano, à près d'une cinquantaine de kilomètres au sud-est de Tananarive.

» Ces larves aquatiques ont été trouvées dans le mois d'octobre, c'est-à-dire vers le milieu du printemps de cette île; elles étaient toutes les trois fort avancées et sur le point de se métamorphoser, comme le prouve la présence des ailes en voie de développement dans l'intérieur des deux paires de fourreaux.

» Au point de vue de la taille, ces insectes sont beaucoup plus gros que ceux de l'espèce européenne; ainsi, tandis que le maximum de longueur arrive à peine à 5<sup>mm</sup> chez des individus rétractés de cette dernière espèce, il atteint de 8<sup>mm</sup> à 9<sup>mm</sup> chez le *Pr. variegatum*. Grâce à ces dimensions plus considérables, il nous a été possible de constater chez deux de ces nymphes

quelques caractères anatomiques que nous n'avions pu observer chez le *Pr. foliaceum* (*Pr. punctifrons* de Latreille), malgré le grand nombre d'individus frais que nous avons eus sous la main pour faire les recherches dont nous publions en ce moment les résultats dans les *Annales des Sciences naturelles* (7<sup>e</sup> série, t. IX).

» Ainsi chez le *Pr. foliaceum*, nous n'avions pu constater la présence que de cinq paires de trachéo-branchies ou branchies trachéennes dans la vaste cavité respiratoire située sous la moitié postérieure de la carapace; chez nos *Pr. variegatum*, nous avons pu observer une sixième paire de trachéo-branchies, placée à l'extrémité de la cavité, plus dorsalement et tout à fait dans le voisinage de l'orifice dorsal de la chambre respiratoire. Ces organes, beaucoup plus petits que les précédents (à peine 0<sup>mm</sup>,5 de longueur), sont chacun constitués par une simple lame chitineuse en forme de raquette, à bords entiers, insérée par son extrémité en pointe, présentant sur toute sa surface quelques poils rigides et dans son épaisseur deux ou trois ramifications trachéennes.

» Nous nous trouvons en présence de lames trachéo-branchiales atrophiées, ne devant pas jouer un rôle bien actif dans l'acte respiratoire; leur existence toutefois offre un certain intérêt, attendu que cela permet de déterminer exactement le nombre de segments abdominaux soudés au thorax, ce qui ne pouvait se faire d'après les traces de soudure des anneaux, certaines d'entre elles n'étant pas visibles.

» La région thoraco-abdominale se compose donc, en dehors des trois anneaux thoraciques, de six segments abdominaux et non de cinq, comme nous le supposions d'après le nombre des trachéo-branchies que nous avons constaté chez le *Pr. foliaceum*; ces six segments, joints aux quatre formant la région caudale, portent à dix les anneaux de l'abdomen chez le *Prosopistoma*, comme chez toutes les larves des autres genres d'Éphéméridés.

» Nous aurions bien quelques autres caractères de moindre importance à signaler, mais ils trouveront mieux leur place dans l'étude monographique de ce genre que nous poursuivons; notons seulement que la disposition des nervures des ailes, qu'il nous a été possible de voir par transparence sur nos individus de Madagascar, nous a paru être la même que celle que nous avons décrite en 1881 chez la *subimago* du *Pr. foliaceum*. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les prétendues éruptions volcaniques qui auraient eu lieu en France au v<sup>e</sup> siècle après J.-C.* Note de M. SALOMON REINACH.

« Dans un passage de Sidoine Apollinaire (Lettre à saint Mamert), on a voulu trouver la mention d'éruptions volcaniques récentes dans la Gaule centrale. Cette interprétation repose sur plusieurs contre-sens. Voici la traduction exacte du passage en question (SIDOINE, *Lettres*, t. VII, 12, éd. Baret, p. 382) :

Modo scænæ mœnium publicorum crebris terræ motibus concutiebantur; nunc ignes sæpe flammati caducas culminum cristas superjecto favillarum monte tumulabant.

Tantôt les murs des édifices publics (ou : les créneaux des murs) [1] étaient ébranlés par de fréquents tremblements de terre; tantôt des incendies fréquemment allumés ensevelissaient sous une montagne de cendres les faites branlants des maisons [et non pas : tantôt des feux prenant souvent l'aspect de flammes (!) enveloppaient sous une montagne de cendres les sommets branlants des collines].

» Les traductions que je propose : *ignes* = incendies; *flammati* = allumés; *culmina* = maisons; *cristæ* = faites des maisons, sont justifiées par des exemples que je citerai ailleurs. Pour l'explication des derniers mots, on peut hésiter entre deux paraphrases : 1<sup>o</sup> de fréquents incendies ensevelissaient les maisons sous leurs propres cendres; 2<sup>o</sup> de fréquents incendies jonchaient les faites des maisons d'une couche de cendres emportées par le vent. Pour qui connaît le langage amphigourique de Sidoine, le doute est d'autant plus permis que l'auteur a pu ne pas bien se rendre compte lui-même de ce qu'il voulait dire par ces mots.

» Je considère que ma traduction est confirmée d'une manière définitive par le rapprochement du texte de Sidoine avec celui d'une homélie de saint Avit, où celui-ci raconte, trente ou quarante ans après, les mêmes événements. Saint Avit était évêque de Vienne et, par conséquent, un des successeurs de saint Mamert auquel Sidoine adressait la Lettre mentionnée plus haut. « Je sais, dit-il, que beaucoup d'entre nous se souviennent de » cette époque. Car les fréquents incendies, les tremblements de terre

---

(1) Le mot *scænæ* paraît corrompu à M. Mommsen, qui propose de lire *pinnæ*.

» continuels, les bruits nocturnes, semblaient présager comme un prodigieux bûcher à l'univers expirant. » Saint Avit parle d'incendies et de tremblements de terre, là où Sidoine parlait de tremblements de terre et d'incendies : preuve certaine que, dans le texte de Sidoine, il est bien question d'incendies, et non de flammes jaillissant d'un volcan ou jaillissant du sol à la suite d'un tremblement de terre.

» Dans le même passage (*Patrologie Migne*, t. LIX, p. 291), saint Avit décrit un incendie subit qui embrasa le palais public de Vienne, édifice situé à une grande hauteur au-dessus de la ville. Il raconte que cet incendie jeta la terreur parmi les habitants, parce que la situation élevée de l'édifice en feu leur faisait craindre pour leurs propres maisons. Je pense que la terreur des Viennois, à l'aspect des cendres et des étincelles qui venaient s'abattre sur les toits de leurs demeures, peut avoir donné lieu à la phrase hyperbolique de Sidoine. En tous les cas, les éruptions volcaniques du v<sup>e</sup> siècle sont un roman géologique qui ne peut invoquer l'autorité de Sidoine à son appui (1). »

M. A. NETTER adresse une Note intitulée « Origine de l'antique pratique des compressions craniennes, improprement dites *déformations artificielles du crâne* ».

M. F. XANTHIDÈS adresse, de Smyrne, une Note intitulée « Le monochorde et son application pour la restauration des échelles musicales ».

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart.

J. B.

---

(1) La Note de M. Reinach paraîtra dans la *Revue archéologique*.



## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES DANS LA SÉANCE DU 6 JANVIER 1890.

*Bulletin de la Société mathématique de France.* — *Bulletin des Sciences mathématiques*, rédigé par MM. GASTON DARBOUX et JULES TANNERY. — *Annales de Chimie et de Physique.* — *Annales des Ponts et Chaussées.* — *Mémoires et Compte rendu des travaux de la Société des Ingénieurs civils.* — *Revue maritime et coloniale.* — *Journal d'Agriculture pratique.* — *Annales agronomiques*, publiées par M. P.-P. DEHÉRAIN. — *Journal de l'Agriculture.* — *Journal de la Société nationale d'Horticulture de France.* — *Bulletin international du Bureau central météorologique.* — *Tableaux mensuels de la Statistique municipale de la Ville de Paris.* — *Revue scientifique.* — *La nature.* — *Revue de la Science nouvelle.* — *Le Magasin pittoresque.* — *Société de Géographie.* — *Revue géographique internationale.* — *Le Canal de Suez.* — *Le Moniteur industriel.* — *Annales industrielles.* — *Chronique industrielle.* — *Revue du Cercle militaire.* — *Le Moniteur de la Photographie.* — *Bulletin de l'Académie de Médecine.* — *Gazette des Hôpitaux.* — *La France médicale.* — *Le Progrès médical.* — *L'Abeille médicale.* — *La Tribune médicale.* — *La Médecine contemporaine.* — *Bulletin général de Thérapeutique.* — *Bulletins et Mémoires de la Société médicale des Hôpitaux de Paris.* — *Journal d'Hygiène*, publié par le D<sup>r</sup> PROSPER DE PIETRA SANTA. — *Comptes rendus hebdomadaires des séances de la Société de Biologie.* — *Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris.* — *Journal de Pharmacie et de Chimie.* — *L'Imprimerie.* — *Bibliothèque universelle et Revue suisse.* — *Archives des Sciences physiques et naturelles* (Genève).

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 13 JANVIER 1890.

*Congrès international de Mécanique appliquée, tenu à Paris du 16 au 21 septembre 1889. Procès-Verbaux sommaires*; par M. A. TRESCA. Paris, Imprimerie nationale, 1889; br. in-8°.

*Chemin de fer de Mulhouse à Thann inauguré le 1<sup>er</sup> septembre 1839. Notes et documents présentés à la Société industrielle, le 25 septembre 1889*; par M. W. GROSSETESTE. Mulhouse, V<sup>te</sup> Bader et C<sup>ie</sup>; 1 vol. gr. in-8°.

*Sur la distinction microchimique des alcaloides et des matières protéiques;*  
par J. ERREIRA. Bruxelles, A. Manceaux, 1889; br. in-8°.

*Annuaire de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts  
de Belgique*, 1890. Bruxelles, F. Hayez, 1890; 1 vol. in-18.

*Leçons cliniques sur les maladies des enfants; par le D<sup>r</sup> AUGUSTE OLLIVIER.*  
Paris, G. Steinheil, 1889; 1 vol. gr. in-8°.

HENRI VON DECHEN. -- *Ein Lebensbild von H. Laspeyres.* Bonn, Max Cohen  
und Sohn, 1889; 1 vol. gr. in-8°.

*Das Eherne Menschenrecht von DAMBOR.* Berlin, 1890; br. in-12.

DAMBOR. -- *Dasheil auf individuellem, socialem und politischem Gebiet.*  
Leipzig, Hartung und Sohn, 1890; 1 vol. in-12.

*Prace matematyczno-fizyczne. Wydawane w Warszawie przez S. DICKSTEINA,  
WL. GOSIEWSKIEGO, EDW. i WL. NATANSONOW. Tom II. Warszawa, 1890;  
1 vol. pet. in-4°.*

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES.

*Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique.* -- *Le Bulletin de la  
Société des Médecins et des Naturalistes de Jassy.* -- *Atti della reale Accademia  
dei Lincei.* -- *Atti dell' Accademia pontifica de' nuovi Lincei.* -- *Memorie  
della Società degli spettroscopisti italiani*, raccolte e pubblicate per cura del  
Prof. P. TACCHINI. -- *Rendiconti del Circolo matematico di Palermo.* --  
*Revista do Observatorio, publicação mensal do Observatorio do Rio de Janeiro.* --  
*Proceedings of the Birmingham philosophical Society.* -- *American Journal of  
Photography* (Philadelphia). -- *Proceedings of the American Academy of  
Arts and Sciences* (Boston). -- *Official Copy. The quarterly weather Report of  
the Meteorological Office (New series).* -- *Journal of the American Chemical  
Society* (New York). -- *The Pharmaceutical Journal and transactions* (Lon-  
don). -- *The Astronomical Journal* (Boston). -- *Repertorium der Physik*,  
herausgegeben von D<sup>r</sup> E. EXNER. -- *Wiener Klinische Wochenschrift.*

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

### DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

SÉANCE DU LUNDI 20 JANVIER 1890,  
PRÉSIDENTE DE M. HERMITE.

---

#### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

**CHIMIE.** — *Sur les différents états des carbones-graphites et sur les dérivés chimiques qui leur correspondent*; par MM. **BERTHELOT** et **P. PETIT**.

« L'étude de l'isomérisie dans les corps simples, autrement dite *allotropie*, est l'une des recherches qui font pénétrer le plus avant dans la constitution de la matière et dans celle des éléments chimiques; celle des isomérisies du carbone est particulièrement intéressante. En examinant les états multiples du carbone, l'un de nous a cherché à les expliquer, en général et en particulier, par les condensations polymériques du véritable élément désigné sous ce nom, lequel n'a point d'existence permanente à l'état libre de molécule simple, étant caractérisé surtout par l'équivalent ou poids atomique qu'il possède dans ses combinaisons (1). Ces condensations multiples sont manifestées, d'une part, par les conditions de formation des divers états du carbone libre, lequel ne se sépare pas des autres éléments

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4<sup>e</sup> série, t. IX, p. 475; 1866, et t. XIX, p. 396; 1870.

par dissociation directe, mais par voie de décompositions progressives, en formant des composés à poids moléculaire de plus en plus élevé. D'autre part, elles sont démontrées en sens inverse par les oxydations et hydrogénations successives de ces carbones condensés, qui régénèrent des dérivés oxydés et hydrogénés de condensation corrélative. Les graphites en particulier, lorsqu'on les oxyde par voie humide, à basse température, forment des composés ternaires, dont l'un des termes a été découvert par Brodie (1); mais M. Berthelot a montré depuis qu'il existe plusieurs états différents ou graphites chimiquement distincts, formant chacun un oxyde graphitique particulier, lequel engendre un oxyde hydrographitique et un oxyde pyrographitique correspondants et peut en être régénéré, avec la spécialité de ses caractères primitifs (2).

» C'est l'étude de ces différents graphites et des séries de composés correspondants que nous nous sommes proposé d'approfondir davantage par l'analyse et les réactions chimiques d'abord, puis par la mesure des chaleurs de combustion et de formation.

» Chacun d'eux, en effet, possède une composition propre et fournit un dérivé pyrogéné différent par sa composition, et chacun d'eux possède une chaleur de combustion et de formation qui le caractérise.

» Nous nous occuperons d'abord du côté chimique de la question.

#### I. — Graphite de la fonte.

» Nous avons préparé l'oxyde correspondant, par les procédés décrits dans le Mémoire cité plus haut. L'analyse de ce corps, séché à 110°, a fourni

|        |       |
|--------|-------|
| C..... | 62,7  |
| H..... | 1,3   |
| O..... | 36,0  |
|        | <hr/> |
|        | 100,0 |

» L'azote a été trouvé égal à 0,07, c'est-à-dire négligeable. Les cendres (0,75), composées de silice, oxyde de fer, etc., ont été déduites.

» Ces nombres peuvent être représentés par une formule empirique, telle que  $C^{14}H^2O^6$ , ou son multiple  $C^{38}H^5O^{24}$  (3), que nous emploierons, non comme formule rationnelle, mais comme terme de comparaison. Pour en établir le poids moléculaire, nous avons déterminé la dose de baryte

(1) Dans notre Mémoire complet, nous comparerons de plus près les résultats de ce savant avec les nôtres.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 4<sup>e</sup> série, t. XIX, p. 405.

(3) Calculé : C = 62,7; H = 1,5; O = 35,8.

fixée dans une liqueur titrée, sans soumettre le produit à aucun lavage susceptible de l'altérer. La limite de saturation est assez lente à atteindre, à cause de la forme insoluble du produit, et elle tend à être fixée trop bas. Elle a été trouvée de 54 centièmes, chiffre voisin de 1 équivalent (76<sup>gr</sup>,5) pour C<sup>14</sup>H<sup>2</sup>O<sup>6</sup>, ou de 4 équivalents pour son multiple.

» Ce composé déflagre subitement, lorsqu'il est porté à une certaine température. Sa décomposition, effectuée dans un tube scellé, par un échauffement aussi régulier que possible, a produit de l'eau, de l'acide carbonique et de l'oxyde de carbone : ces deux derniers dans le rapport de 2 volumes du premier gaz pour 3 du second ; leurs poids réunis représentaient sensiblement le tiers du poids de l'oxyde graphitique.

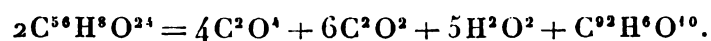
» L'oxyde pyrographitique ainsi obtenu, malgré son apparence noire, est loin d'être du carbone pur. Il a fourni à l'analyse (cendres déduites) :

|        |        |
|--------|--------|
| C..... | 86,55  |
| H..... | 0,70   |
| O..... | 12,75  |
|        | <hr/>  |
|        | 100,00 |

Ces nombres répondent à peu près à la formule empirique C<sup>92</sup>H<sup>6</sup>O<sup>10</sup> (1).

» Le poids moléculaire a été constaté par la dose de baryte fixée, comme plus haut. Elle a été trouvée de 10 centièmes, chiffre voisin d'un équivalent pour la formule ci-dessus.

» La formule suivante représente avec une exactitude suffisante la décomposition qui donne naissance à l'oxyde pyrographitique :



## II. — Graphite amorphe ou plombagine.

» Son oxyde, préparé récemment, a fourni :

|         |       |
|---------|-------|
| C.....  | 56,2  |
| H.....  | 1,5   |
| O.....  | 42,1  |
| Az..... | 0,1   |
|         | <hr/> |
|         | 100,0 |

» Cendres : 2,2.

---

(1) Calculé : C = 86,5 ; H = 0,9 ; O = 12,6.

» L'analyse peut être représentée par la formule  $C^{56}H^{10}O^{30} + HO$  <sup>(1)</sup> ou bien encore  $C^{44}H^8O^{24}$ . Ce corps, traité comme plus haut, a fixé 54,0 centièmes de baryte (BaO); ce qui répond à peu près à un composé quadribasique avec la première formule.

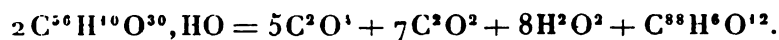
» La décomposition en vase scellé a fourni de l'eau, de l'acide carbonique, de l'oxyde de carbone, dans des rapports voisins de 3 : 2; mais leur poids relatif était un peu plus faible qu'avec le composé précédent.

» L'oxyde pyrographitique contenait (cendres déduites) :

|        |        |
|--------|--------|
| C..... | 83,85  |
| H..... | 0,72   |
| O..... | 15,43  |
|        | <hr/>  |
|        | 100,00 |

Ces nombres peuvent être représentés par la formule  $C^{88}H^6O^{12}$  <sup>(2)</sup>.

» La décomposition pyrogénée qui forme ce composé répondrait à



### III. — Graphite électrique.

» Les différentes espèces de carbone et le diamant lui-même se transforment en un graphite, sous l'influence du feu électrique, et cette transformation a lieu également dans la partie volatilisée et dans la partie simplement échauffée. Elle commence déjà à se produire dans la portion de charbon portée à la température la plus haute, sous l'influence d'une simple combustion vive. Le graphite formé par l'incandescence électrique jouit de propriétés spéciales. Il fournit notamment un oxyde graphitique, qui se distingue des deux autres par sa couleur, son aspect, son mode de déflagration et la nature de son oxyde pyrographitique.

» Grâce à l'obligeance de M. Fontaine, l'électricien bien connu, nous avons pu nous procurer une certaine quantité de carbone, tant volatilisé que porté à l'incandescence dans l'arc électrique. Malheureusement, ce produit est un mélange de carbone ordinaire et de graphite, et, malgré un

---

<sup>(1)</sup> C = 56,4; H = 1,8; O = 31,9.

<sup>(2)</sup> C = 83,8; H = 0,9; O = 15,3.

long travail, nous n'avons pas réussi à préparer par son moyen une dose de l'oxyde graphitique correspondant suffisante pour en faire une étude aussi complète que celle des deux autres. Les résultats obtenus sont cependant caractéristiques.

» L'analyse de l'oxyde du graphite électrique a fourni :

|          |        |
|----------|--------|
| C .....  | 51,95  |
| H .....  | 1,55   |
| O .....  | 46,35  |
| Az ..... | 0,15   |
|          | <hr/>  |
|          | 100,00 |

» Cendres : 1,1.

» Ces nombres peuvent être représentés par la formule empirique  $C^{56}H^{10}O^{38}$  (1) ou bien encore  $C^{32}H^6O^{22}$ .

» On n'a pas analysé l'oxyde pyrographitique correspondant, faute de matière première.

» Quoi qu'il en soit, la composition des trois oxydes graphitiques caractérise chacun d'eux comme une espèce chimique spéciale, l'oxyde du graphite de la fonte renfermant : 62,7 centièmes de carbone; l'oxyde du graphite amorphe (plombagine) : 56,2 centièmes, et l'oxyde du graphite électrique : 51,95. Ces énormes écarts deviennent plus manifestes encore, si l'on rapporte tous ces corps à un même nombre d'équivalents de carbone, comme nous l'avons fait : ce qui donne, en outre, des formules susceptibles d'être rapportées à des acides quadribasiques, formules que nous ne présentons d'ailleurs que sous toute réserve et pour fournir des termes de comparaison. Si, par surcroît, on suppose, comme on paraît obligé de le faire d'après leur mode de génération, que l'hydrogène fixé dans ces acides se trouvait auparavant à l'état d'eau, on obtient les relations que voici :

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| Oxyde de la fonte .....     | $C^{56}O^{16} + 4H^2O^2$                             |
| Oxyde de la plombagine..... | $C^{56}O^{20} + 5H^2O^2$ ou $C^{44}O^{16} + 4H^2O^2$ |
| Oxyde électrique.....       | $C^{56}O^{28} + 5H^2O^2$ ou $C^{32}O^{16} + 3H^2O^2$ |

» Si l'on rapporte tous ces corps à une même dose de carbone, on voit que la dose d'oxygène de ces divers oxydes va en croissant d'une façon régulière, en supposant que les carbones polymérisés dont ils dérivent soient isomères entre eux avec des capacités de saturation différentes pour l'oxygène.

---

(1) C = 51,7; H = 1,5; O = 46,8.

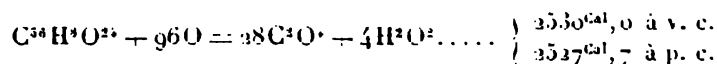
» Mais les comparaisons peuvent être faites d'une manière préférable peut-être, en admettant qu'une même dose d'oxygène, telle que  $O^{16}$ , est unie dans ces trois corps à des carbones diversement condensés, à savoir  $2C^{24}$  dans le premier;  $2C^{22}$  dans le second;  $2C^{16}$  dans le troisième oxyde; ces condensations croissant suivant une progression régulière. Chaque graphite représenterait ainsi un radical simple différent, lequel persisterait dans ses combinaisons, comme Brodie l'avait déjà supposé pour l'un d'entre eux. Cette interprétation pourrait être étendue aux autres états du carbone. »

**THERMOCHIMIE.** — *Chaleur de combustion et de formation des oxydes graphitiques et pyrographitiques*; par MM. **BERTHELOT** et **P. PETIT**.

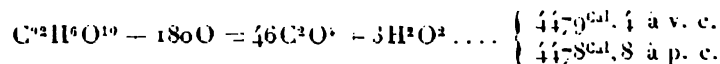
« Nous avons brûlé les divers oxydes graphitiques et pyrographitiques dans l'oxygène comprimé à 25 atmosphères, au sein de la bombe calorimétrique.

1. — *Graphite de la fonte.*

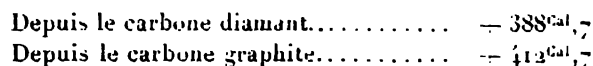
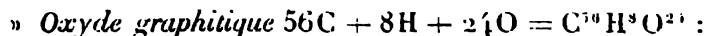
» *Oxyde du graphite de la fonte.* — Chaleur de combustion pour 1 gramme, à v. c. :  $4720^{cal},1$  vers  $20^0$ ; ce qui fait pour les  $536^{gr}$  de la formule empirique :



» *Oxyde pyrographitique de la fonte.* — Chaleur de combustion pour 1 gramme, à v. c. :  $7021^{cal},4$ ; ce qui fait pour les  $638^{gr}$  de la formule empirique :



» On déduit de ces nombres la chaleur de formation depuis les éléments :



» Soit, pour  $C^2 = 12^{gr}$  diamant : -  $13^{cal},9$ .



» *Oxyde pyrographitique*  $92C + 6H + 10O = C^{92}H^6O^{10}$  :

Depuis le carbone diamant..... + 66<sup>cal</sup>,0

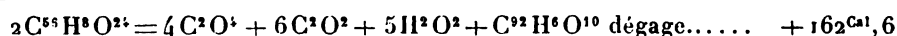
Depuis le carbone graphite..... + 89<sup>cal</sup>,0

» Soit, pour  $C^2 = 12^{\text{gr}}$  diamant : + 1<sup>cal</sup>,4.

» Mais ces chiffres ne donnent pas une idée exacte du phénomène, une portion de l'oxygène du composé ayant été fixée sous forme d'eau, au moment de sa formation, et, par conséquent, répondant à une perte d'énergie que nous ne pouvons évaluer exactement.

» Observons seulement qu'en la déduisant, avec sa valeur totale, on arriverait, pour chaque double équivalent ou atome d'oxygène fixé au delà de ce nombre, à + 15<sup>cal</sup>,3, chiffre inférieur à la chaleur de formation de l'oxyde de carbone :  $C^2 + O^2 = + 25^{\text{cal}},3$ ; et *a fortiori* à celle de l'acide carbonique, soit pour  $O^2$  : + 47<sup>cal</sup>,1. Ceci explique comment l'oxyde graphitique peut dégager de la chaleur en produisant de l'acide carbonique et de l'oxyde de carbone, par sa transformation pyrogénée; et même pourquoi l'excès d'énergie ainsi développé s'emmagasine en partie dans l'oxyde pyrographitique de façon à en former un composé endothermique, ayant absorbé environ - 3<sup>cal</sup> pour 12 grammes de carbone qu'il renferme.

» Enfin, nous pouvons calculer la chaleur dégagée dans la décomposition explosive qui transforme l'oxyde graphitique en oxyde pyrographitique

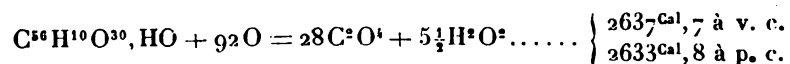


» Soit 156<sup>cal</sup>,5 par gramme. Pour évaluer la température développée pendant cette décomposition, il faudrait savoir la chaleur spécifique de l'oxyde pyrographitique; mais on ne doit pas être fort éloigné de la vérité en admettant la valeur 0,25 pour la chaleur spécifique moyenne des produits de la réaction. Cela donnerait environ 600° pour la température de déflagration, chiffre qui s'accorde avec l'incandescence locale et incomplète des produits.

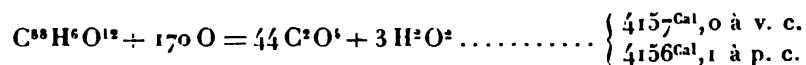
» Les principales conditions de formation et de métamorphose de l'oxyde graphitique de la fonte sont donc expliquées par les données thermochimiques.

## II. — Graphite amorphe de la plombagine.

» *Oxyde de la plombagine*. — Chaleur de combustion pour 1 gramme : 4431<sup>cal</sup>,4 vers 16°; ce qui fait pour les 595<sup>gr</sup> de la formule empirique :



» *Oxyde pyrographitique correspondant.* — Chaleur de combustion pour 1 gramme : 6598<sup>cal</sup>,4, ce qui fait pour les 630<sup>gr</sup> de la formule empirique :



» Chaleur de formation depuis les éléments :

» *Oxyde graphitique de la plombagine*



Depuis le carbone diamant..... + 351<sup>cal</sup>,6

Depuis le carbone graphite..... + 365<sup>cal</sup>,6

» Soit, pour C<sup>2</sup> = 12<sup>gr</sup> diamant : + 12<sup>cal</sup>,5.

» *Oxyde pyrographitique correspondant* 88C + 6H + 12O = C<sup>88</sup>H<sup>6</sup>O<sup>12</sup> :

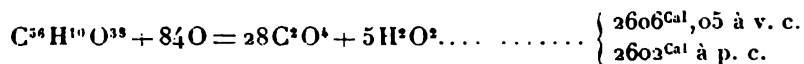
Depuis le carbone diamant..... + 200<sup>cal</sup>,1

Depuis le carbone graphite..... + 222<sup>cal</sup>,1

» Soit, pour C<sup>2</sup> = 12<sup>gr</sup> diamant : + 4<sup>cal</sup>,5.

### ·III. — Graphite électrique.

» *Oxyde du graphite électrique.* — Chaleur de combustion pour 1 gramme : 4009<sup>cal</sup>,3, vers 14°; ce qui fait pour les 650<sup>gr</sup> de la formule empirique :



» Chaleur de formation depuis les éléments :

» *Oxyde graphitique électrique* 56C + 10H + 38O = C<sup>56</sup>H<sup>10</sup>O<sup>38</sup> :

Depuis le carbone diamant..... + 383<sup>cal</sup>

Depuis le carbone graphite..... + 397<sup>cal</sup>

» Soit, pour C<sup>2</sup> = 12<sup>gr</sup> diamant : 13<sup>cal</sup>,7.

» Si nous comparons les chaleurs de formation des dérivés des divers graphites, nous pourrions observer d'abord que les chaleurs de combustion et de formation des divers oxydes graphitiques sont fort différentes les unes des autres et caractéristiques, soit qu'on les rapporte à l'unité de poids, soit qu'on les représente par des formules. Si nous cherchons à comparer de plus près la chaleur de formation, rapportons tous les composés, pour éviter toute hypothèse, à un même poids de carbone, tel que C<sup>2</sup> = 12<sup>gr</sup>.

» Soient d'abord les deux oxydes pyrographitiques, leurs chaleurs de formation rapportées au même poids de carbone, C<sup>2</sup> = 12<sup>gr</sup>, sont + 4<sup>cal</sup>,5 et

+ 1<sup>Cal</sup>,4, valeurs bien plus faibles que celles des oxydes générateurs. Ce qui signifie que l'oxyde de carbone et l'acide carbonique, formés au moment de la déflagration, n'ont pas dégagé l'intégralité de leur chaleur ; mais qu'ils ont laissé une certaine réserve d'énergie dans le composé condensé et complémentaire : conformément à ce qui se passe dans un grand nombre de réactions pyrogénées.

» Les chaleurs de formation des trois oxydes graphitiques eux-mêmes, rapportées à un même poids de carbone, sont représentées par les nombres respectifs : 13<sup>Cal</sup>,9 ; 12<sup>Cal</sup>,5 ; 13<sup>Cal</sup>,7 : nombres fort voisins, malgré la différence considérable des doses d'oxygène fixées, lesquelles varient (en déduisant l'hydrogène à l'état d'eau) comme les nombres 4, 5 et 7. Cette similitude dans la chaleur dégagée par des oxydations aussi inégales caractérise plus profondément la spécialité des divers radicaux graphites et celle des oxydes qui en dérivent. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Remarques sur la formation des azotates dans les végétaux* ; par M. BERTHELOT.

« Dans les *Comptes rendus* de la dernière séance de l'Académie, M. Ed. Heckel rapporte des expériences d'après lesquelles la caféine, renfermée dans les graines de Kola, disparaît, en même temps qu'il y apparaît de l'azotate de potasse, et il cite des expériences analogues de M. Lundstrøm, qui a montré que le salpêtre prenait également naissance dans des organes spéciaux (domaties) du caféier et d'autres plantes.

» Ces observations me paraissent de nature à jeter une nouvelle lumière sur la formation du salpêtre dans les Amarantes, constatée par M. André et par moi, il y a quelques années (1).

» Les faits reconnus par M. Heckel et M. Lundstrøm, joints à nos propres observations, concourent à établir la similitude et la connexité qui existent entre la vie des microbes habitant la terre et celle des microbes qui s'inoculent et se développent dans les plantes, souvent en y exaltant leur activité chimique spécifique : qu'il s'agisse des microbes qui fixent pareillement l'azote dans la terre végétale et dans les Légumineuses, ou bien des microbes qui forment également les azotates dans les Amarantes, le *Sterculia*, ou le Caféier, et dans la terre végétale. »

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 6<sup>e</sup> série, t. VIII, p. 116.

GÉOMÉTRIE. — *Note sur un point fondamental de la théorie des polyèdres ;*  
par M. DE JOUQUIÈRES.

« 1. La relation, devenue célèbre, qui existe entre les nombres H des faces, S des sommets et A des arêtes d'un polyèdre, fait l'objet de la proposition IV du Mémoire présenté, en 1752-1753, par Euler à l'Académie des Sciences de Pétersbourg, sous le titre de *Elementa doctrinæ solidorum* <sup>(1)</sup>. En voici l'énoncé textuel, qui semble être peu connu :

» § 33. In omni solido hedris planis incluso, aggregatum ex numero angulorum et ex numero hedrarum binario excedit numerum acierum, scilicet

$$S - H = A + 2.$$

» Euler ajoute immédiatement :

» Fateri equidem cogor me hujus theorematism demonstrationem firmam adhuc eruere non potuisse; interim tamen ejus veritas pro omnibus solidorum generibus, ad quæ examinabitur, non difficulter agnosceretur, ita ut sequens inductio vicem demonstrationis gerere queat.

» Euler, bien qu'il ne possédât pas une démonstration ferme du théorème, et qu'il ne soit revenu sur ce sujet dans aucun de ses écrits ultérieurs, ne doutait donc point de son exactitude pour les solides *de tous genres* compris entre des faces planes. Il en donne plusieurs exemples particuliers, aux pages 119 et suivantes du Mémoire précité, et conclut, en ce qui concerne cette proposition IV, par ces mots :

» Cum igitur veritas propositionis in his omnibus casibus sibi constet, dubium est nullum, quin ex in omnibus omnino solidis locum habeat, sicque propositio sufficienter videtur demonstrata (p. 114).

» En résumé, Euler affirmait la vérité de son théorème *pour tous les polyèdres sans exception*, lui donnant ainsi une généralité qui n'a pas été et ne pouvait être dépassée. D'où vient donc qu'on l'a presque toujours inter-

---

(1) Ce Mémoire est inséré au tome IV des *Novi Commentarii Academicæ Scientiarum Imperialis Petropolitane*, ad annum 1752-1753. Petropoli, typis Academicæ Scientiarum, 1758, p. 109. C'est sans doute la date de l'impression de ce recueil qui a fait dire à Cauchy qu'Euler avait fait connaître le théorème dont il s'agit en 1758 seulement.

prété dans un sens restreint? C'est là surtout le point de doctrine et d'histoire que je me propose d'éclaircir dans la présente Note.

» II. La première tentative de démonstration qu'on en ait faite paraît être celle de Legendre dans la Note XII de son *Traité de Géométrie*. Elle est malheureusement incomplète, et comme son principe même s'oppose à ce qu'elle reçoive l'extension que rendrait nécessaire son application à l'énoncé complet d'Euler, elle écarte irrémédiablement du bénéfice de cette relation si simple tous ceux des polyèdres non convexes dans l'intérieur desquels on ne peut trouver un point qui soit le centre d'une sphère telle que, les faces du solide y étant projetées par des lignes menées au centre, il n'y ait sur la surface de la sphère aucune duplication ou recouvrement, ni lacune, de ces projections; c'est-à-dire qu'elle écarte d'emblée le plus grand nombre d'entre eux, et, par conséquent, ne présente (implicitement) la proposition comme certaine que pour les seuls polyèdres convexes (les seuls d'ailleurs dont s'occupent systématiquement les Traités élémentaires, tels qu'était le sien). Passant dans l'enseignement avec la haute autorité du nom qui s'y attachait, elle y fit naître et se développer ce préjugé, à tel point que les meilleurs esprits ne s'y purent soustraire et que Poinot, qui y avait cédé lui-même, crut nécessaire, bien des années après, en 1858, d'insérer l'avertissement suivant dans un de ses Mémoires : « Cette relation, qu'Euler a démontrée le premier, n'a pas lieu seulement » pour les polyèdres convexes, *comme on paraît le croire*, mais pour les » polyèdres d'une espèce quelconque (1). » Cauchy, qui en avait, le premier, publié en 1811 une démonstration complète et sans restriction (puisque Euler, candide et modeste comme toujours, avouait n'en avoir eu qu'une très forte induction), disait, de son côté : « ... je suis parvenu à un » « théorème plus général que celui d'Euler (2) » ; mais en somme, commé il est aisé de s'en assurer, sans rien ajouter à la généralité de l'énoncé d'Euler, qui était et ne sembla pas cesser d'être méconnue autour de lui, par la cause expliquée plus haut.

» Après cette démonstration de Cauchy, il était absolument hors de

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. XLVI (1858), *Note sur les polyèdres*, § 9, à la fin. Dans cette Note, Poinot démontre, à son tour, la vérité de l'énoncé complet d'Euler, en empruntant au Mémoire de Cauchy (1811) l'élément principal de son argumentation.

(2) *Recherches sur les polyèdres*, par M. Cauchy, ingénieur des Ponts et Chaussées (*Journal de l'École Polytechnique*, t. IX (1811), 3<sup>e</sup> partie, p. 76 et 77).

doute que l'élégante relation  $S + H = A + 2$  convient aux polyèdres de tous les genres, ainsi qu'Euler l'avait affirmé en 1752, et toute indécision aurait dû disparaître dès 1811. Toutefois, pour la rigueur absolue des termes, il y a lieu d'y signaler deux exceptions générales, en admettant qu'on puisse conserver le nom de *polyèdres* aux solides singuliers qui y donnent lieu. Il faut, pour le montrer, reprendre la question d'un peu plus haut.

» III. LEMME I. — *Un polyèdre quelconque étant donné, on peut arriver à le détruire complètement par l'ablation de tétraèdres détachés un à un et successivement de l'extérieur du solide.*

» La démonstration est facile, et je ne m'y attarde pas. On peut d'ailleurs consulter à ce propos le Mémoire précité de Cauchy, pages 82 et 83.

» LEMME II. — *Un polyèdre quelconque étant donné, lorsqu'on en détache un tétraèdre (de la façon indiquée au lemme I), la différence  $(S + H) - A$ , qui existait dans le solide initial, se conserve la même dans le polyèdre restant.*

» Deux cas peuvent seuls se présenter : 1° le solide restant a deux faces et un sommet de moins que le polyèdre primitif; 2° il a en moins une face et un sommet.

» Dans le premier cas (où aucune des faces du tétraèdre qu'on enlève n'est le prolongement de l'une des faces adjacentes du solide restant), le polyèdre *perd* trois arêtes. Dans le second cas (où l'une des faces du tétraèdre supprimé fait le prolongement d'une face adjacente restante), le polyèdre perd deux arêtes.

» Dans l'un et l'autre cas, la différence  $(S + H) - A$  ne change donc pas.

» *Remarque.* — On arriverait à la même conclusion, si l'on procédait à la dislocation du polyèdre, en lui enlevant successivement des tétraèdres ayant pour sommet commun (sauf à changer ce sommet quand il serait nécessaire) un point pris dans l'intérieur du solide. Mais l'autre mode de désagrégation, plus uniforme, convient mieux encore pour la démonstration qui va suivre.

» *Théorème.* — *Dans un polyèdre quelconque, convexe ou non convexe, on a la relation  $(S + H) - A = 2$  (Euler).*

» En effet, on peut (lemme I) détruire le polyèdre et le réduire à un unique et dernier tétraèdre, sans que la différence  $(S + H) - A$  soit jamais altérée par ces dislocations successives (lemme II). Or cette différence est

égale à 2 dans ce dernier tétraèdre, puisqu'il a quatre faces, quatre sommets et six arêtes. Donc elle est aussi égale à 2 dans le polyèdre donné.

C. Q. F. D.

» IV. Cette démonstration, d'ailleurs fort simple, n'ajouterait rien à ce qu'on sait déjà par les auteurs précités, si elle n'était particulièrement propre à mettre en lumière les deux et seuls cas d'exception qui viennent d'être annoncés. Elle montre effectivement que la vérité de la proposition d'Euler tient à ce que, chaque fois qu'un tétraèdre est (pour la démonstration) détaché du pourtour du solide donné, celui-ci, en compensation des trois faces (ou, selon le cas, des deux faces) dont cette ablation le prive, acquiert, comme face nouvelle, celle par le contact de laquelle le tétraèdre était juxtaposé, ou, pour mieux dire, soudé au solide primitif; d'où résulte (comme on l'a vu) cette conséquence qu'il y a sans cesse égalité entre la somme des nombres des faces et des sommets et le nombre des arêtes que le solide perd en définitive chaque fois. Or cette égalité, qui maintient jusqu'au bout, c'est-à-dire jusqu'à ce qu'il ne reste plus qu'un seul tétraèdre, l'invariabilité de la différence  $(S + H) - A$ , cesserait d'exister, comme il est aisé de le voir, si le tétraèdre qu'on enlève, au lieu d'être soudé au solide par une face, n'était en contact avec lui que par une arête, ou, moins intimement encore, par un sommet comme le sont, par exemple, deux pyramides symétriques ayant leur sommet commun et regardées comme ne formant ensemble qu'un seul polyèdre.

» Il faut donc, en énonçant le théorème dans toute sa généralité, ainsi que l'a fait Euler, et après lui Cauchy, ajouter cette restriction que le polyèdre, agrégat d'autant de tétraèdres ou de polyèdres qu'on voudra, et disposés aussi à volonté, ne se compose que de polyèdres, ou tétraèdres, soudés l'un à l'autre *par une de leurs faces* (partielle ou totale), et non pas seulement par une de leurs arêtes ou un de leurs sommets.

» Quant à l'application de la formule, il faut avoir soin de compter comme une arête distincte, lors même que plusieurs, contiguës ou non, seraient dans le prolongement l'une de l'autre, chaque droite joignant un sommet à l'un (au moins) des sommets voisins, de façon à ne laisser interrompue nulle part la chaîne qui unit les sommets entre eux, et, du même coup, de compter comme face distincte toute portion de plan limitée par des arêtes distinctes, lors même que plusieurs faces ainsi définies se trouveraient dans un même plan. Pour en donner un exemple simple, n'exigeant pas le tracé d'une figure, supposons que le polyèdre se compose d'une pyramide *Sabcde*, soudée par sa base pentagonale *abcde* sur la face

supérieure ABCD d'un cube, dont les arêtes AB, BC, CD, DA enferment ce pentagone sans le toucher. On devra joindre les sommets du pentagone aux sommets A, B, C, D du cube par des arêtes telles que  $Aa$ ,  $Ae$ ,  $Bb$ ,  $Cc$ ,  $Dd$  et, par suite, regarder comme étant des *faces* le triangle  $Aae$  et les quadrilatères  $AaBb$ ,  $BbCc$ , etc., comme si ces faces étaient réellement distinctes et inclinées et réunissaient les faces latérales du cube à la base d'une pyramide placée un peu au-dessus de la face supérieure de ce cube. Il importe peu d'ailleurs qu'en traçant ces arêtes on en attribue au polyèdre plus qu'il ne serait strictement nécessaire; car l'exactitude de la formule d'Euler ne serait nullement troublée par cette adjonction superflue.

» On agirait de même, si la pyramide (dans l'exemple précédent), au lieu d'être posée sur le cube et de s'y montrer en saillie, y formait au contraire une excavation, le sommet S étant pris dans l'intérieur de celui-ci.

» V. La relation d'Euler, ainsi établie sur des démonstrations rigoureuses, dans les termes mêmes dont s'était servi ce grand homme, s'applique donc (on ne saurait, encore aujourd'hui, trop le redire) à tous les polyèdres, convexes ou non convexes, de toutes les espèces, en particulier aux polyèdres réguliers *supérieurs*, dont Poinsoot publia, en 1809, l'importante et curieuse découverte. A cette époque où l'interprétation dominante n'était pas favorable à l'énoncé d'Euler, dans lequel on n'avait vu qu'une induction non justifiée dans toutes ses parties (puisque Cauchy n'en devait donner la confirmation que deux ans plus tard), il était naturel qu'on cherchât, à défaut de celle d'Euler, « quelle était la formule qui pouvait répondre à ces nouveaux solides » (*Journal de l'École Polytechnique*, t. IV, p. 46). C'est ce que fit Poinsoot, en se maintenant dans le cercle d'idées tracé par la démonstration de Legendre, et il donna l'équation générale

$$eS + H = A + 2E,$$

qui s'applique aux quatre polyèdres réguliers supérieurs, et a, du reste, été complétée depuis par l'addition d'un coefficient; il ajoutait (p. 48): « Si l'on veut considérer les solides ordinaires, il faut faire  $e = E = 1$ ; ce qui donne l'équation d'Euler »; ainsi réduite, ou plutôt déchuë, à n'être plus qu'un cas particulier.

» L'illustre géomètre avait un autre motif pour envisager ainsi la question. Pour lui, les *faces* d'un polyèdre étaient alors « les plans qui, en plus petit nombre, achèvent complètement le polyèdre. Un même polyèdre peut paraître également construit sous tels et tels polygones, par exemple sous soixante triangles distincts inclinés l'un sur l'autre, tandis que, vu



» d'une autre manière, il est également formé par la suite de douze pentagones, et n'est au fond qu'un simple dodécaèdre (*Ibid.*, p. 35). » Cette manière de voir les polyèdres réguliers dont il s'agit a, en effet, dans cette question spéciale, des avantages propres, à cause des relations de dérivation qui existent entre ces polyèdres supérieurs et les polyèdres simples de mêmes noms (<sup>1</sup>), et, à ce titre, mérite d'être conservée; mais elle n'empêche pas que la relation simple d'Euler s'y applique, sans modification, aussi bien qu'à tout autre solide limité par des faces planes, et par conséquent elle n'est pas indispensable, comme on l'avait cru. Pour s'en tenir à l'exemple précité du dodécaèdre étoilé, si l'on se contente d'y voir, d'après les définitions et notions généralement admises, sans épithète, un *hexacontaèdre*, avec ses soixante faces, ses trente-deux sommets et ses quarante-vingt-dix arêtes, on a immédiatement, d'accord avec la formule d'Euler,  $60 + 32 = 90 + 2$ ; et ainsi des trois autres polyèdres réguliers supérieurs. Tel fut sans doute aussi, plus tard, le sentiment de Poincaré, notamment en 1858, lorsqu'il donna, à son tour, la démonstration générale, et sans restriction, de l'énoncé d'Euler dans la Note précitée, les faces d'un polyèdre étant devenues pour lui de simples triangles, c'est-à-dire les plans qui, en plus grand nombre, enserrent le polyèdre. »

M. le **SECRETARE PERPETUEL** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. G.-A. *Hirn*, Correspondant de la Section de Physique, décédé à Colmar, le 14 janvier 1890, dans sa soixante-quinzième année.

*Notice sur les travaux de M. Hirn; par M. MASCART.*

« *Hirn* (Gustave-Adolphe), né au Logelbach, le 21 août 1815, est mort le 14 janvier de cette année, succombant en quelques jours aux suites de la maladie régnante, qui prit chez lui, dès le début, un caractère alarmant. Il avait été nommé Correspondant de l'Académie des Sciences, le 20 mars 1867, dans la Section de Physique.

» A peine âgé de vingt-six ans, et après avoir fait par lui-même toute

---

(<sup>1</sup>) Sur ce point, voir le Mémoire précité de Cauchy et la Note de M. Bertrand, insérée au t. XLVI des *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* pour 1858, p. 79.

son éducation scientifique, Hirn eut à diriger, avec son frère aîné Ferdinand, la maison Haussmann, Jordan et C<sup>ie</sup>, dont les vastes établissements du Logelbach, pour la fabrication des indiennes, avaient été créés en 1772, à l'époque où cette industrie s'est introduite en Alsace. Si la maison était riche de souvenirs et de traditions honorables, les jeunes ingénieurs y trouvèrent une situation commerciale qui ne répondait pas à leurs prévisions, un outillage suranné, des machines à vapeur défectueuses, des moteurs hydrauliques en mauvais état.

» La nécessité de tirer, à peu de frais, le meilleur parti des machines existantes, de venir en aide aux moteurs devenus insuffisants dans différents ateliers éloignés les uns des autres et d'y faire les réparations les plus urgentes, toutes ces difficultés inattendues furent l'occasion de plusieurs recherches importantes sur la Mécanique industrielle, pour lesquelles les deux frères unissaient leurs efforts, et où il est souvent impossible de reconnaître la part de chacun.

» C'est ainsi que Ferdinand imagina les câbles télodynamiques, dont Gustave fit la théorie en insistant sur la nécessité des grandes vitesses; ils employèrent d'abord un ruban d'acier ayant 1<sup>mm</sup> d'épaisseur et 6<sup>cm</sup> de largeur, qui fonctionna pendant dix-huit mois, à la distance de 80<sup>m</sup>, avec une vitesse de 12<sup>m</sup> par seconde, puis un câble métallique avec âme en chanvre, et enfin un câble en fil d'acier comme on le fait aujourd'hui. C'est encore pour améliorer le rendement de ses machines à vapeur que notre Correspondant fit une série de travaux remarquables sur la vapeur surchauffée, l'emploi des enveloppes de vapeur, les échanges de chaleur à travers les parois métalliques, les dynamomètres de transmission, etc., travaux dont la pratique industrielle a depuis si largement profité.

» Hirn ne tarda pas à acquérir une autorité incontestée. Les études qu'il entreprit en 1855, à la demande de la Société industrielle de Mulhouse, sur la manière d'essayer les huiles qui servent au graissage des machines, eurent pour résultat pratique d'introduire l'usage des huiles minérales, que l'on croyait impropres au graissage, et pour résultat scientifique de faire de leur auteur un adepte fervent de la théorie mécanique de la chaleur.

» Les nombreux travaux qu'il a publiés dans cette voie nouvelle constituent une œuvre scientifique considérable, que l'on ne peut analyser brièvement. Hirn donna la première démonstration expérimentale de la condensation de la vapeur pendant la détente, conformément aux prévisions théoriques de Clausius et de Rankine. Il détermina l'équivalent mécanique de la chaleur par les méthodes les plus variées : le frottement des

métaux sur des surfaces lubrifiées, le frottement de l'eau entre deux surfaces animées de vitesses différentes, le dégagement de la chaleur dans l'écoulement de l'eau sous de fortes pressions, dans la désagrégation des corps, enfin la dépense de chaleur qui correspond au travail pratique d'une machine à vapeur.

» Les résultats numériques de ces expériences si diverses, toutes réalisées dans des conditions industrielles, ont présenté une telle concordance, si l'on tient compte des difficultés inhérentes à chacune d'elles, que l'exactitude de la théorie ne devait plus laisser aucun doute dans les esprits les plus rebelles à tout changement dans les idées.

» Hirn laisse aussi une série de Mémoires ou d'Ouvrages sur la théorie elle-même, avec ses applications à la Physiologie et à l'étude mécanique des gaz, sur la constitution du Soleil et du système du monde, et même sur les questions les plus délicates de Métaphysique.

» Il est permis, sans doute, de ne pas partager toutes ses opinions, quand il s'agit surtout de matières où le contrôle de l'expérience fait défaut ; mais personne ne peut se refuser à reconnaître qu'il était un grand penseur.

» Dans ces dernières années, Hirn s'était retiré à Colmar, où il vivait dans un cercle d'intimes très restreint, entouré de sympathies et de respect. Il continuait à s'occuper de Science : sans négliger ses recherches théoriques et abstraites, il avait installé, dans la région des Vosges, des postes d'observations météorologiques à des hauteurs différentes, dont les résultats intéressants ont fait l'objet de plusieurs Communications à l'Académie. Il restait en communion d'idées avec notre pays, malgré tant de relations brisées ; sa perte nous touche ainsi de plus près. »

M. le **SECRETARE PERPÉTUEL** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Dausse*, Correspondant de la Section de Mécanique, décédé à Grenoble, le 16 janvier 1890, dans sa quatre-vingt-dixième année.

### NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Mécanique, en remplacement de M. *Clau-sius*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 45,

M. Beltrami obtient. . . . . 41 suffrages

M. Gilbert       »   . . . . . 4       »

M. **BELTRAMI**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un de ses Membres, pour faire partie de la Commission du prix Fould.

M. **DE QUATREFAGES** obtient la majorité des suffrages.

### CORRESPONDANCE.

M. le **SECRETARE PERPÉTUEL** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, la 25<sup>e</sup> année, 1889, du « Journal du Ciel », de M. *J. Vinot*.

M. **JANSSEN** adresse à M. le Secrétaire perpétuel la lettre suivante :

« Biskra (Algérie), 9 janvier 1890.

» M. de la Baume Pluvinel, qui était allé dans la mer des Antilles pour observer l'éclipse du 22 décembre dernier, emportant des instruments et un programme de l'Observatoire de Meudon et muni d'une Mission du Ministère de l'Instruction publique, m'a télégraphié pour me faire savoir qu'il avait observé l'éclipse; que, si les photographies de la Couronne et de son spectre paraissaient laisser à désirer, les observations destinées à donner une mesure photométrique par la photographie de l'intensité lumineuse de la Couronne avaient réussi.

» Je suis persuadé que ce résultat intéressera l'Académie, et je vous prie de vouloir bien lui en faire part. »

M. **HERTZ** exprime à l'Académie sa reconnaissance pour l'honneur qu'elle lui a fait en lui décernant le prix La Caze.

MM. J. CLAUZEL, R. DEGOUY, E. DUVAL, NORMAN LOCKYER, CH. SABBOURIN adressent des remerciements à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux dans la dernière séance publique.

M. L'INSPECTEUR GÉNÉRAL DE LA NAVIGATION adresse les états des crues et diminutions de la Seine, observées chaque jour au Pont-Royal et au pont de la Tournelle pendant l'année 1889 :

« Les plus hautes eaux ont été observées : 1° à l'échelle de la Tournelle, le 25 février, à la cote 5<sup>m</sup>,58; 2° à l'échelle du Pont-Royal, le 25 février, à la cote 6<sup>m</sup>,44.

» Les plus basses eaux ont été observées : 1° à l'échelle de la Tournelle, le 1<sup>er</sup> septembre, à la cote 0<sup>m</sup>,20; 2° à l'échelle du Pont-Royal, le 1<sup>er</sup> septembre, à la cote 1<sup>m</sup>,92. »

ASTRONOMIE. -- *Éphéméride pour la recherche de la comète périodique de d'Arrest à son retour de 1890*; par M. GUSTAVE LEVEAU. Communiquée par M. Mouchez.

« Par l'emploi des observations faites pendant les apparitions de 1870 et 1877 et en tenant compte de l'influence perturbatrice des planètes Jupiter, Saturne et Mars, j'ai obtenu pour 1883 les éléments suivants (*Comptes rendus*, t. XCVI, p. 229):

*Éléments osculateurs de la comète périodique de d'Arrest résultant des observations de 1870 et 1877.*

Époque : 1883, juin 12,0; temps moyen de Paris.

|                                   |  |   |
|-----------------------------------|--|---|
| Anomalie moyenne.....             | $\varepsilon - \varpi = 328^{\circ} 13'.20'',34$ | } Équinoxe et écliptique<br>moyens de 1880,0. |
| Longitude du périhélie.....       | $\varpi = 319^{\circ} 11'.10'',81$               |   |
| Longitude du nœud ascendant.....  | $\theta = 146^{\circ} 7'.20'',98$                |   |
| Inclinaison.....                  | $\varphi = 15^{\circ} 41'.47'',11$               |   |
| Angle (sinus = excentricité)..... | $\tau_1 = 38^{\circ} 46'.33'',42$                |   |
| Moyen mouvement hélioc. diurne... | $n = 530'',65245$                                |   |

» De ces éléments, une éphéméride a été déduite pour une partie de l'année 1883; l'extrême faiblesse de visibilité de la comète a empêché de la retrouver.

» Absorbé par un autre travail, je n'ai pas trouvé, pour le moment, le temps de poursuivre avec la précision employée jusqu'ici l'étude de cette

comète. Cependant, après avoir constaté que, dans l'intervalle de 1883 à 1890, la comète restait toujours assez éloignée de Jupiter, j'ai déterminé approximativement pour cette période les perturbations produites sur la comète par cette grosse planète et obtenu les éléments approchés suivants :

Époque : 1890, février 25,0; temps moyen de Paris.

$$\left. \begin{array}{l} \epsilon - \varpi = 329. 52. 43 \\ \varpi = 319. 14. 34 \\ 0 = 146. 16. 32 \\ \varphi = 15. 42. 41 \\ \eta = 38. 50. 18 \\ n = 530'' , 272 \end{array} \right\} 1890,0$$

» A ces éléments correspond l'éphéméride suivante :

*Éphéméride de la comète périodique de d'Arrest. Midi moyen de Paris.*

| Dates<br>1890. | Ascension<br>droite.    | Variation<br>pour<br>1 jour. | Distance<br>au<br>pôle Nord. | Variation  <br>pour<br>1 jour. | $\frac{1}{r^2 \Delta^2}$ | $R_{\odot}$          |
|----------------|-------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|--------------------------|----------------------|
| Avril 14.....  | 16. 44,9 <sup>h m</sup> | 0,32 <sup>m</sup>            | 86.59 <sup>o</sup>           | 12,0                           | 0,12                     | 15.14 <sup>h m</sup> |
| 18.....        | 16. 46,2                | 0,20                         | 86.11                        | 12,5                           |                          |                      |
| 22.....        | 16. 47,0                | 0,10                         | 85.21                        | 12,8                           | 0,15                     | 14.47                |
| 26.....        | 16. 47,4                | 0,03                         | 84.30                        | 12,8                           |                          |                      |
| 30.....        | 16. 47,3                | 0,13                         | 83.39                        | 12,8                           | 0,18                     | 14.16                |
| Mai 4.....     | 16. 46,8                | 0,23                         | 82.48                        | 12,5                           |                          |                      |
| 8.....         | 16. 45,9                | 0,35                         | 81.58                        | 12,0                           | 0,23                     | 13.45                |
| 12.....        | 16. 44,5                | 0,48                         | 81.10                        | 11,5                           |                          |                      |
| 16.....        | 16. 42,6                | 0,60                         | 80.24                        | 10,8                           | 0,28                     | 13.10                |
| 20.....        | 16. 40,2                | 0,70                         | 79.41                        | 9,5                            |                          |                      |
| 24.....        | 16. 37,4                | 0,75                         | 79. 3                        | 8,3                            | 0,34                     | 12.32                |
| 28.....        | 16. 34,4                | 0,82                         | 78.30                        | 6,8                            |                          |                      |
| Juin 1.....    | 16. 31,1                | 0,85                         | 78. 3                        | 5,0                            | 0,41                     | 11.54                |
| 5.....         | 16. 27,7                | 0,88                         | 77.43                        | 3,0                            |                          |                      |
| 9.....         | 16. 24,2                | 0,88                         | 77.31                        | 1,0                            | 0,48                     | 11.14                |
| 13.....        | 16. 20,7                | 0,85                         | 77.27                        | 1,5                            |                          |                      |
| 17.....        | 16. 17,3                | 0,78                         | 77.33                        | 4,0                            | 0,56                     | 10.34                |
| 21.....        | 16. 14,2                | 0,70                         | 77.49                        | 6,3                            |                          |                      |
| 25.....        | 16. 11,4                | 0,60                         | 78.14                        | 8,5                            | 0,63                     | 9.54                 |
| 29.....        | 16. 9,0                 | 0,45                         | 78.48                        | 11,0                           |                          |                      |
| Juillet 3..... | 16. 7,2                 | 0,30                         | 79.32                        | 13,5                           | 0,71                     | 9.17                 |
| 7.....         | 16. 6,0                 | 0,13                         | 80.26                        | 15,3                           |                          |                      |
| 11.....        | 16. 5,5                 | 0,05                         | 81.27                        | 17,3                           | 0,78                     | 8.43                 |
| 15.....        | 16. 5,7                 | 0,23                         | 82.36                        | 19,3                           |                          |                      |

| Dates<br>1890. | Ascension<br>droite. | Variation<br>pour<br>1 jour. | Distance<br>au<br>pôle Nord. | Variation<br>pour<br>1 jour. | $\frac{1}{r^2 \Delta'}$ | $R_{\odot}$ |                   |
|----------------|----------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------|-------------|-------------------|
| Juillet        | 19.....              | 16. 6,6                      | 0,45                         | 83.53                        | 21,0                    | 0,85        | 8.12 <sup>m</sup> |
|                | 23.....              | 16. 8,4                      | 0,63                         | 85.17                        | 22,5                    |             |                   |
|                | 27.....              | 16.10,9                      | 0,85                         | 86.47                        | 24,0                    | 0,91        | 7.44              |
|                | 31.....              | 16.14,3                      | 1,05                         | 88.23                        | 25,3                    |             |                   |
| Août           | 4.....               | 16.18,5                      | 1,28                         | 90. 4                        | 26,3                    | 0,96        | 7.21              |
|                | 8.....               | 16.23,6                      | 1,48                         | 91.49                        | 27,0                    |             |                   |
|                | 12.....              | 16.29,5                      | 1,70                         | 93.37                        | 27,8                    | 1,00        | 7. 2              |
|                | 16.....              | 16.36,3                      | 1,88                         | 95.28                        | 28,3                    |             |                   |
|                | 20.....              | 16.43,8                      | 2,13                         | 97.21                        | 28,5                    | 1,02        | 6.46              |
|                | 24.....              | 16.52,3                      | 2,33                         | 99.15                        | 28,3                    |             |                   |
|                | 28.....              | 17. 1,6                      | 2,53                         | 101. 8                       | 28,0                    | 1,03        | 6.34              |
|                | Sept.                | 1.....                       | 17.11,7                      | 2,73                         | 103. 0                  | 27,8        |                   |
| 5.....         | 17.22,6              | 2,95                         | 104.51                       | 27,3                         | 1,02                    | 6.28        |                   |
| 9.....         | 17.34,4              | 3,13                         | 106.40                       | 26,0                         |                         |             |                   |
| 13.....        | 17.46,9              | 3,33                         | 108.24                       | 24,3                         | 0,98                    | 6.21        |                   |
| 17.....        | 18. 0,2              | 3,50                         | 110. 1                       | 22,5                         |                         |             |                   |
| 21.....        | 18.14,2              | 3,63                         | 111.31                       | 20,8                         | 0,93                    | 6.20        |                   |
| 25.....        | 18.28,7              | 3,75                         | 112.54                       | 18,8                         |                         |             |                   |
| 29.....        | 18.43,7              | 3,88                         | 114. 9                       | 16,3                         | 0,85                    | 6.21        |                   |
| Oct.           | 3.....               | 18.59,2                      | 4,00                         | 115.14                       | 13,8                    |             |                   |
|                | 7.....               | 19.15,2                      | 4,08                         | 116. 9                       | 11,0                    | 0,76        | 6.23              |
|                | 11.....              | 19.31,5                      | 4,08                         | 116.53                       | 8,3                     |             |                   |
|                | 15.....              | 19.47,8                      | 4,08                         | 117.26                       | 5,5                     | 0,66        | 6.26              |
|                | 19.....              | 20. 4,1                      | 4,08                         | 117.48                       | 3,0                     |             |                   |
|                | 23.....              | 20.20,4                      | 4,05                         | 118. 0                       | 0,5                     | 0,57        | 6.28              |
|                | 27.....              | 20.36,6                      | 3,98                         | 118. 2                       | 1,8                     |             |                   |
| 31.....        | 20.52,5              | 3,90                         | 117.55                       | 4,0                          | 0,48                    | 6.30        |                   |
| Nov.           | 4.....               | 21. 8,1                      | 3,80                         | 117.39                       | 6,3                     |             |                   |
|                | 8.....               | 21.23,3                      | 3,68                         | 117.14                       | 8,0                     | 0,40        | 6.29              |
|                | 12.....              | 21.38,0                      | 3,58                         | 116.42                       | 9,5                     |             |                   |
|                | 16.....              | 21.52,3                      | 3,45                         | 116. 4                       | 11,0                    | 0,33        | 6.25              |
|                | 20.....              | 22. 6,1                      | 3,35                         | 115.20                       | 12,3                    |             |                   |
|                | 24.....              | 22.19,5                      | 3,23                         | 114.31                       | 13,0                    | 0,27        | 6.20              |
|                | 28.....              | 22.32,4                      | 3,13                         | 113.39                       | 14,0                    |             |                   |
| Déc.           | 2.....               | 22.44,9                      | 3,03                         | 112.43                       | 14,8                    | 0,22        | 6.10              |
|                | 6.....               | 22.57,0                      | 2,93                         | 111.44                       | 15,5                    |             |                   |
|                | 10.....              | 23. 8,7                      | 2,80                         | 110.42                       | 15,8                    | 0,18        | 5.59              |
|                | 14.....              | 23.19,9                      | 2,73                         | 109.39                       | 16,0                    |             |                   |
|                | 18.....              | 23.30,8                      | 2,65                         | 108.35                       | 16,0                    | 0,15        | 5.46              |
|                | 22.....              | 23.41,4                      | 2,58                         | 107.31                       | 16,3                    |             |                   |
|                | 26.....              | 23.51,7                      |                              | 106.26                       |                         | 0,12        | 5.31              |

» L'inspection des valeurs de  $\frac{1}{r^2 \Delta^2}$  nous fait espérer que le retour de 1890 pourra être constaté. Ces valeurs de  $\frac{1}{r^2 \Delta^2}$  pour les apparitions précédentes variaient, lors des observations :

|               |                |
|---------------|----------------|
| En 1851 ..... | de 1,50 à 0,60 |
| En 1857 ..... | 0,23 0,16      |
| En 1870 ..... | 0,89 0,15      |
| En 1877 ..... | 0,20 0,15      |

» Aussitôt que la comète aura été retrouvée une éphéméride plus exacte sera fournie aux astronomes pour leur permettre d'en continuer les observations. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Swift, faites à l'observatoire de Nice avec l'équatorial de 0<sup>m</sup>,38; par M. D. EGINITIS. Communiquées par M. Mouchez.*

| Dates<br>1889. | ☾ — *       |       | ☽ — *       |       | Nombre<br>de comp. | Étoiles. |
|----------------|-------------|-------|-------------|-------|--------------------|----------|
|                | $\Delta R.$ | Réfr. | $\Delta P.$ | Réfr. |                    |          |
| Nov. 19 .....  | -1.44,66    | 0     | -6.51,5     | -0,3  | 6:6                | 1        |
| 20 .....       | +1.33,48    | 0     | +8.26,6     | +0,3  | 6:6                | 2        |
| 22 .....       | -1.33,76    | 0     | -4.55,2     | +0,2  | 6:6                | 3        |
| 26 .....       | +2.35,15    | 0     | -3. 8,5     | -0,3  | 6:6                | 4        |

*Étoiles de comparaison.*

| Étoiles. | Gr. | Asc. droite<br>moy. 1889,0. | Réduction<br>au jour. | Dist. polaire<br>moy. 1889,0. | Réduction<br>au jour. | Autorités.                             |
|----------|-----|-----------------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|--|
| 1...     | 9   | 22.48. 7,96                 | +1,85                 | 77.43.57,4                    | -18,6                 | Schjellerup, n° 9383                   |
| 2...     | 9   | 22.47. 7,67                 | +1,83                 | 77.11.53,5                    | -18,7                 | $\frac{1}{2}$ (Lam, 3222 + Schj. 9379) |
| 3...     | 6   | 22.54.37,93                 | +1,85                 | 76.40.13,7                    | -18,9                 | Glasgow Catal. n° 6031                 |
| 4...     | 7   | 23. 0. 1,35                 | +1,83                 | 75.38.22,9                    | -19,0                 | Glasgow Catal. n° 6067                 |

*Positions de la comète.*

| Dates<br>1889. | Temps moyen<br>de Nice. | Asc. droite<br>apparente. | Log. fact.<br>parall. | Dist. polaire<br>apparente. | Log. fact.<br>parall. |
|----------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Nov. 19....    | 9. 4.50 <sup>s</sup>    | 22.46.25,15               | ( $\bar{I}$ , 381)    | 77.30.47,0                  | (0,683) <sub>n</sub>  |
| 20....         | 8.14.52                 | 22.48.32,98               | ( $\bar{I}$ , 219)    | 77.30. 1,7                  | (0,667) <sub>n</sub>  |
| 22....         | 8.40.55                 | 22.53. 6,02               | ( $\bar{I}$ , 322)    | 76.44.50,2                  | (0,669) <sub>n</sub>  |
| 26....         | 8.13.11                 | 23. 2.38,33               | ( $\bar{I}$ , 257)    | 75.34.55,1                  | (0,650) <sub>n</sub>  |



ASTRONOMIE. — *Sur la statistique solaire de l'année 1889.*

Note de M. RUD. WOLF, présentée par M. Faye.

« Des observations solaires faites à l'observatoire fédéral de Zurich et des observations magnétiques faites à l'observatoire de Milan, je viens de déduire, pour l'année dernière, en employant la méthode établie par moi il y a une longue série d'années, les valeurs suivantes pour les moyennes mensuelles des nombres relatifs  $r$ , pour les variations en déclinaison  $\nu$  et pour les accroissements  $\Delta r$  et  $\Delta \nu$ , que ces quantités ont reçues depuis les époques correspondantes de l'année 1888 :

| 1889.           | Zurich. |              | Milan.  |                |
|-----------------|---------|--------------|---------|----------------|
|                 | $r$ .   | $\Delta r$ . | $\nu$ . | $\Delta \nu$ . |
| Janvier .....   | 1,0     | — 12,0       | 1,75    | — 1,28         |
| Février .....   | 7,9     | 0,9          | 3,99    | 0,97           |
| Mars .....      | 6,3     | 0,0          | 6,17    | — 0,94         |
| Avril .....     | 4,9     | 1,0          | 8,85    | 0,58           |
| Mai .....       | 2,4     | — 8,4        | 8,19    | — 0,29         |
| Juin .....      | 7,0     | 0,5          | 8,86    | — 0,41         |
| Juillet .....   | 8,0     | 6,1          | 8,25    | — 0,32         |
| Août .....      | 20,6    | 18,7         | 8,99    | — 0,18         |
| Septembre ..... | 6,3     | — 1,5        | 6,84    | — 0,47         |
| Octobre .....   | 0,0     | — 2,0        | 6,10    | — 0,22         |
| Novembre .....  | 0,0     | — 12,9       | 2,55    | 0,37           |
| Décembre .....  | 5,7     | — 4,2        | 1,96    | 0,20           |
| Moyenne .....   | 5,8     | — 0,9        | 6,04    | — 0,17         |

» Il résulte de ce Tableau que le nombre relatif et la variation magnétique ont tous les deux continué à diminuer; mais je pense que ce mouvement rétrograde cessera prochainement, et que nous aurons passé le minimum vers la fin de l'année écoulée, tout en avouant qu'il n'est pas encore possible de l'assurer positivement et de fixer, dès à présent, le moment précis de cette époque : ce sera l'affaire du Rapport sur l'année suivante.

» En introduisant, dans la formule

$$\nu = 5',62 + 0',045 \cdot r,$$

que j'ai établie autrefois pour Milan, la moyenne  $r = 5,8$ , on obtient  $\nu = 5',88$ , valeur qui ne diffère de la variation observée  $r = 6',04$

que de  $0',16$ , ainsi que la justesse de cette formule s'est confirmée de nouveau d'une manière éclatante. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur la théorie de la figure des planètes.*

Note de M. M. HAMY, présentée par M. Tisserand.

« Si une masse hétérogène, en équilibre relatif, est composée : 1° d'une partie centrale solide dont la constitution physique et la forme sont inconnues; 2° de deux couches fluides superposées au noyau et limitées par des ellipsoïdes, ces ellipsoïdes sont homofocaux.

» Ce théorème remarquable a fait l'objet d'une Note de M. Poincaré, insérée dans les *Comptes rendus* (juin 1888).

» Il est naturel de se demander s'il est possible de réaliser un pareil système. Voici, à cet égard, quelques conditions auxquelles la constitution du noyau doit être soumise, dans le cas où les ellipsoïdes sont de révolution, aplatis et tournent autour de leur axe de figure.

» Soient

$E$ , l'ellipsoïde qui renferme le noyau et la première couche fluide qui l'entoure;

$C_1$  et  $A_1$ , les moments principaux d'inertie de  $E$ , par rapport à la ligne des pôles et à un diamètre équatorial:

$\pi_1$ , la masse de  $E$ ;

$2c$  la distance des foyers de l'ellipse méridienne.

» 1° Le centre de gravité de  $E$ , doit coïncider avec son centre de figure, et l'ellipsoïde d'inertie relatif à ce point doit être de révolution autour de l'axe de rotation.

» 2° On doit avoir

$$C_1 - A_1 > \frac{c^2}{3} \pi_1.$$

» Ces conditions ne sont, d'ailleurs, pas suffisantes.

» L'inégalité, à laquelle la différence  $C_1 - A_1$  est soumise, permet d'affirmer que le système planétaire ne présente pas d'exemple de réalisation des figures imaginées par M. Poincaré. Elle conduit, en effet, à une limite inférieure de l'aplatissement superficiel beaucoup trop considérable.

$$\epsilon > \frac{3}{4} \varphi$$

( $\varphi$ , rapport de la force centrifuge à la pesanteur sous l'équateur).

» La démonstration de ces résultats fait partie d'un Mémoire intitulé : *Remarques sur la théorie générale de la figure des planètes*, qui paraîtra prochainement dans le *Journal de Mathématiques pures et appliquées*.

» Le même travail renferme une démonstration nouvelle du théorème de M. Poincaré et un certain nombre de propositions relatives à la théorie de la figure des planètes, notamment en ce qui concerne les constantes  $\frac{C-A}{2R}$  et  $\frac{C-A}{C}$ .

» On a trouvé incidemment que les fonctions de Lamé jouissent des propriétés suivantes [voir les notations de Liouville dans ses *Lettres à Blanchet* (*Journal de Mathématiques*, t. XI)] :

» Soit  $h^2$  l'une quelconque des racines de l'équation

$$3\Lambda^2 - 2(b^2 + c^2)\Lambda + b^2c^2 = 0.$$

$R = \rho^2 - h^2$  est une fonction de Lamé du second degré. On a l'identité

$$\begin{aligned} & 2(\rho^2 - h^2) \int_{\rho}^{\infty} \frac{dt}{(t^2 - h^2)\sqrt{t^2 - b^2}\sqrt{t^2 - c^2}} \\ &= \frac{\rho^2}{h^2} \int_{\rho}^{\infty} \frac{dt}{t^2\sqrt{t^2 - b^2}\sqrt{t^2 - c^2}} + \frac{\rho^2 - b^2}{h^2 - b^2} \int_{\rho}^{\infty} \frac{dt}{(t^2 - b^2)\sqrt{t^2 - b^2}\sqrt{t^2 - c^2}} \\ & \quad + \frac{\rho^2 - c^2}{h^2 - c^2} \int_{\rho}^{\infty} \frac{dt}{(t^2 - c^2)\sqrt{t^2 - b^2}\sqrt{t^2 - c^2}}. \end{aligned}$$

» Le premier membre est une des fonctions S de Liouville. Cette fonction s'exprime algébriquement au moyen d'intégrales qui dépendent simplement des paramètres  $b^2$  et  $c^2$ . Il y a lieu de se demander si toutes les fonctions S peuvent s'exprimer d'une façon analogue.

» Le produit RMN de trois fonctions conjuguées est un polynôme en  $xyz$  de degré égal au degré de R. Tous ces polynômes sont tels que

$$\iiint \text{RMN} \, dx \, dy \, dz = 0,$$

l'intégrale triple étant étendue à tout l'ellipsoïde ( $\rho$ ). Il faut excepter les polynômes qui correspondent à  $R = 1$  et à  $R = \rho^2 - h^2$ .

» J'ignore si ces propriétés ont déjà été signalées. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Détermination des congruences, telles que les lignes asymptotiques se correspondent sur les deux nappes de la surface focale.* Note de M. C. GUICHARD, présentée par M. Darboux.

« Supposons que les coordonnées rectangulaires  $x, y, z$  d'un point M d'une surface F soient exprimées en fonction de deux variables  $u$  et  $v$ , de telle sorte que les courbes de paramètre  $u$  et  $v$  soient les lignes asymptotiques de F. Il est facile de démontrer que l'on peut toujours écrire (1)

$$(1) \quad \begin{cases} \frac{\partial x}{\partial u} = \tau \frac{\partial \xi}{\partial u} - \gamma \frac{\partial \eta}{\partial u}, & \frac{\partial y}{\partial u} = \gamma \frac{\partial \xi}{\partial u} - \xi \frac{\partial \eta}{\partial u}, & \frac{\partial z}{\partial u} = \xi \frac{\partial \eta}{\partial u} - \tau \frac{\partial \xi}{\partial u}, \\ \frac{\partial x}{\partial v} = -\tau \frac{\partial \xi}{\partial v} - \gamma \frac{\partial \eta}{\partial v}, & \frac{\partial y}{\partial v} = -\gamma \frac{\partial \xi}{\partial v} + \xi \frac{\partial \eta}{\partial v}, & \frac{\partial z}{\partial v} = -\xi \frac{\partial \eta}{\partial v} + \tau \frac{\partial \xi}{\partial v}, \end{cases}$$

$\xi, \tau, \gamma$  étant trois solutions, linéairement distinctes, d'une équation de la forme

$$(2) \quad \frac{\partial^2 \theta}{\partial u \partial v} = M\theta.$$

» Soit  $\rho$  une autre solution de l'équation (2); servons-nous de cette solution pour faire la transformation de M. Moutard. Soient  $\xi_1, \tau_1, \gamma_1$  les transformées de  $\xi, \tau, \gamma$ . On sait que l'on a

$$(3) \quad \begin{cases} \frac{\partial}{\partial u} (\rho \xi_1) = \rho \frac{\partial \xi}{\partial u} - \xi \frac{\partial \rho}{\partial u}, \\ \frac{\partial}{\partial v} (\rho \xi_1) = -\rho \frac{\partial \xi}{\partial v} + \xi \frac{\partial \rho}{\partial v}, \end{cases}$$

ce qui peut encore s'écrire

$$(4) \quad \begin{cases} (\xi + \xi_1) \frac{\partial \rho}{\partial u} = \rho \frac{\partial (\xi - \xi_1)}{\partial u}, \\ \rho \frac{\partial (\xi + \xi_1)}{\partial v} = \frac{\partial \rho}{\partial v} (\xi - \xi_1), \end{cases}$$

avec les formules analogues pour  $\tau$  et  $\gamma$ .

» Déterminons un point  $M_1$ , ayant pour coordonnées  $x_1, y_1, z_1$ , par les

(1) LELIEUVRE, *Bulletin des Sciences mathématiques*, t. XII, p. 126 : Sur les lignes asymptotiques et leur représentation sphérique.

formules

$$(5) \quad \begin{cases} x_1 = x + \eta_1 \zeta - \zeta_1 \eta, \\ y_1 = y + \zeta_1 \xi - \xi_1 \zeta, \\ z_1 = z + \xi_1 \eta - \eta_1 \xi. \end{cases}$$

» En différentiant les formules (5) par rapport à  $u$  et  $v$ , on a

$$(6) \quad \begin{cases} \frac{\partial x_1}{\partial u} = \eta_1 \frac{\partial \zeta_1}{\partial u} - \zeta_1 \frac{\partial \eta_1}{\partial u} + \left[ (\eta_1 + \eta_1) \frac{\partial(\zeta_1 - \zeta_1)}{\partial u} - (\zeta_1 + \zeta_1) \frac{\partial(\eta_1 - \eta_1)}{\partial u} \right], \\ \frac{\partial x_1}{\partial v} = -\eta_1 \frac{\partial \zeta_1}{\partial v} + \zeta_1 \frac{\partial \eta_1}{\partial v} + \left[ (\zeta_1 - \zeta_1) \frac{\partial(\eta_1 + \eta_1)}{\partial v} - (\eta_1 - \eta_1) \frac{\partial(\zeta_1 + \zeta_1)}{\partial v} \right]. \end{cases}$$

» Les expressions entre crochets sont nulles à cause des relations (4). Les formules (6) montrent alors : 1° que la surface  $F_1$ , décrite par le point  $M_1$ , est normale en ce point à la droite qui a pour composantes  $\xi_1$ ,  $\eta_1$ ,  $\zeta_1$ ; 2° que les courbes de paramètre  $u$  et  $v$  sont les lignes asymptotiques de  $F_1$ .

» Enfin, les formules (5) montrent que la droite  $MM_1$  est tangente aux deux surfaces  $F$  et  $F_1$ . Cette droite engendre une congruence, telle que les lignes asymptotiques se correspondent sur les deux surfaces focales. La réciproque est exacte et se démontre *facilement*. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration d'une équation aux dérivées partielles*. Note de M. ZAREMBA, présentée par M. Darboux.

« Je me propose de faire voir, dans cette Note, que la détermination de l'intégration générale d'une équation aux dérivées partielles de la forme

$$(1) \quad \frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} + \varphi_1(x+y) \left( \frac{\partial z}{\partial x} + \frac{\partial z}{\partial y} \right) + \varphi_2(x+y)z = 0,$$

$\varphi_1$  et  $\varphi_2$  étant deux fonctions quelconques de  $x+y$ , peut être ramenée à l'intégration d'une équation différentielle ordinaire linéaire du second ordre et à des quadratures. J'appliquerai ensuite les résultats obtenus à un problème élégant indiqué par M. Darboux, au cours de l'une de ses Leçons professées à la Sorbonne.

» Regardons  $x$  et  $y$  comme les coordonnées rectangulaires d'un point, et soit (C) une courbe en chaque point de laquelle la valeur de  $z$  et celle de l'une de ses dérivées premières sont données; désignons, en outre, par  $u(x, y, x_0, y_0)$  une fonction convenablement déterminée de  $x, y, x_0$  et  $y_0$ .

mais indépendante du choix de la courbe (C) et des valeurs de  $z$  et de ses dérivées sur cette courbe; nous aurons alors, pour la valeur de  $z$  en un point quelconque,  $x_0, y_0$ , l'expression suivante, due à Riemann (*Werke*, p. 161), et que j'écris sous la forme qui lui a été donnée par M. Darboux (*Cours de Géométrie*, t. II, p. 78) :

$$(2) \left\{ \begin{aligned} z(x_0, y_0) = & \frac{(uz)_B + (uz)_C}{2} - \int_C^B \left\{ \left[ \varphi_1 uz + \frac{1}{2} \left( u \frac{\partial z}{\partial x} - z \frac{\partial u}{\partial x} \right) \right] dx \right. \\ & \left. - \left[ \varphi_2 uz + \frac{1}{2} \left( u \frac{\partial z}{\partial y} - z \frac{\partial u}{\partial y} \right) \right] dy \right\}, \end{aligned} \right.$$

où l'intégration doit être effectuée suivant la portion de la courbe (C), interceptée par les droites  $x = x_0$  et  $y = y_0$ . Introduisons dans cette formule de nouvelles variables, définies par les équations

$$2x = \xi + \eta, \quad 2y = \xi - \eta; \quad 2x_0 = \xi_0 + \eta_0, \quad 2y_0 = \xi_0 - \eta_0;$$

réduisons la courbe (C) à la droite  $\xi = \text{const.}$ , et substituons-y l'intégrale particulière de l'équation (1)

$$z = [\psi_1(\xi_0) \psi_2(\xi) - \psi_2(\xi_0) \psi_1(\xi)] \cos \mu(\eta_0 - \eta),$$

les lettres  $\xi, \eta$  et  $\mu$  désignant ici des constantes, et  $\psi_1, \psi_2$  un système de solutions fondamentales de l'équation différentielle

$$\psi'' + 2\varphi_1(\xi)\psi' + [\varphi_2(\xi) + \mu^2]\psi = 0.$$

Il viendra

$$\begin{aligned} & [\psi_1(\xi_0) \psi_2(\xi) - \psi_2(\xi_0) \psi_1(\xi)] \cos \mu(\eta_0 - \eta) \\ &= \frac{1}{2} \int_{\eta_0}^{\eta_1} u [\psi_1(\xi) \psi_2(\xi) - \psi_2(\xi) \psi_1(\xi)] \cos \mu(\eta_0 - \eta) d\eta_0; \end{aligned}$$

d'où, en vertu du théorème de Fourier et en supposant  $\eta$  compris entre  $\eta_0$  et  $\eta_1$ ,

$$(3) \quad u = \pm \frac{2}{\pi} \int_0^\infty \frac{\psi_1(\xi_0) \psi_2(\xi) - \psi_2(\xi_0) \psi_1(\xi)}{\psi_1'(\xi) \psi_2(\xi) - \psi_2'(\xi) \psi_1(\xi)} \cos \mu(\eta_0 - \eta) d\mu.$$

» Cette expression a déjà été citée par Riemann (*Werke*, p. 162), à l'occasion d'une équation qui se déduit de l'équation (4) en y posant  $\varphi_2 = 0$ ; mais l'illustre géomètre n'en communique point la démonstration, en négligeant même de faire observer que la région de validité de la formule (3)

est déterminée par la condition  $(x - x_0)(y - y_0) > 0$ , l'intégrale devant être prise avec le signe commun de  $x - x_0$  et de  $y - y_0$ .

» Malgré cette restriction, on peut substituer dans la formule (2) la valeur (3) de  $u$  et arriver de la sorte à une expression de l'intégrale générale de l'équation (1), pourvu que la courbe (C) intercepte sur les axes des segments de même signe. On sait, en effet, d'ailleurs que la courbe (C) ne doit avoir qu'un seul point d'intersection avec toute droite parallèle à l'un des axes; par conséquent, la courbe (C) étant disposée par rapport aux axes, comme il vient d'être dit, il suffira de connaître les valeurs de  $u$  dans la région de validité de l'expression (3).

» Je passe maintenant au problème indiqué par M. Darboux, en me proposant de réduire l'élément linéaire tracé sur une surface développable à la forme

$$ds^2 = \alpha du^2 + \frac{1}{\alpha} dv^2,$$

$\alpha$  étant une fonction de  $u$  et de  $v$ . Cette forme de l'élément linéaire permet de réaliser une représentation de la développable, telle qu'*aux rectangles du plan dont les côtés sont parallèles à deux droites fixes correspondent sur la surface des rectangles de même aire*. Le problème proposé se ramène aisément à l'intégration de l'équation différentielle

$$(4) \quad \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} \left[ \left( \frac{\partial z}{\partial x} \right)^2 - \left( \frac{\partial z}{\partial y} \right)^2 \right] + 4 \frac{\partial z}{\partial x} \frac{\partial z}{\partial y} \frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 z}{\partial y^2} \left[ \left( \frac{\partial z}{\partial y} \right)^2 - \left( \frac{\partial z}{\partial x} \right)^2 \right] = 0.$$

» Cette équation, rendue linéaire par la transformation de Legendre, peut ensuite être ramenée à la forme très simple qui rentre dans le type (1) :

$$(5) \quad 2 \frac{\partial^2 V}{\partial r \partial s} - \frac{\partial V}{\partial r} - \frac{\partial V}{\partial s} = 0.$$

» On trouve, en appliquant la formule (3), que la fonction  $u$  est ici une fonction transcendante entière, pouvant être représentée par la série

$$u = e^{\frac{1}{2}(r_0 - s_0 - r - s)} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(s - s_0)^n (r - r_0)^n}{(n!)^2 4^n}.$$

» Par conséquent, l'intégrale générale de l'équation (5) peut être exprimée au moyen de la formule (2), et l'équation (4) doit être considérée comme intégrée. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la variation de la résistance du bismuth dans le champ magnétique. Influence de la température.* Note de M. A. LEBOUC, présentée par M. Lippmann.

« J'ai étudié de 1884 à 1886 l'augmentation de la résistance électrique du bismuth dans le champ magnétique, et montré que l'augmentation  $Z$  de l'unité de résistance dans un champ d'intensité  $M$  est liée à celle-ci par l'équation

$$(1) \quad Z^2 + \beta Z - \alpha M^2 = 0.$$

Les paramètres  $\alpha$  et  $\beta$  de cette hyperbole dépendent de l'échantillon soumis à l'expérience.

» Les mesures ont été faites à la température ambiante, c'est-à-dire à une température variant bien peu pendant la durée d'une expérience, mais pouvant varier beaucoup du matin au soir, et surtout d'un jour à l'autre, suivant la saison. Je supposais à tort, comme nous allons le voir, que le phénomène était indépendant de la température. Hâtons-nous d'ajouter que tous nos résultats généraux n'en restent pas moins acquis. Quelques nombres seulement devront subir une petite correction; pour d'autres, il y aura lieu de préciser la température à laquelle ils ont été obtenus.

» Bref, quelques divergences entre certaines observations faites en février 1886, puis en juillet 1887 sur le même échantillon, me firent penser que ce phénomène variait, ainsi que le phénomène de Hall, avec la température. C'est, en effet, ce que M. Van Aubel a fait connaître en 1888. Je n'ai pu reprendre que récemment cette étude. J'en indiquerai les premiers résultats.

» Le bismuth (dépôt électrolytique) fixé sur ébonite au moyen de gomme laque et de cire a été placé dans une cuve étroite contenant successivement de la glace fondante, puis de l'eau à 16° (température ambiante), à 30° et à 45°.

» Le champ magnétique n'a guère dépassé 9000 C.G.S.

» A chacune de ces températures, la courbe de variation de  $Z$  en fonction de  $M$  est bien représentée par l'équation (1); mais  $\alpha$  et  $\beta$  varient avec la température.

» Le rapport  $\frac{Z_t}{Z_0}$  des valeurs de  $Z$  à  $t^\circ$  et à  $0^\circ$  pour un même champ ma-



gnétique m'a paru indépendant de la valeur de celui-ci. C'est bien ce qui doit arriver si l'équation (1) représente le phénomène rigoureusement, comme je l'ai admis jusqu'ici, et non d'une manière approchée.

» S'il en est ainsi, l'axe réel de l'hyperbole ( $b = \frac{\beta}{2}$ ) varie seul avec la température, et l'axe imaginaire ( $a = \frac{\beta}{2\sqrt{\alpha}}$ ) ne dépend que des qualités particulières de l'échantillon examiné : c'est ce que j'essayerai de vérifier par de plus nombreuses expériences, faites sur des échantillons divers et autant que possible à des températures plus variées.

» Quoi qu'il en soit, pour  $M = 7000$  C.G.S, la variation de  $Z$  est bien représentée entre  $0^\circ$  et  $45^\circ$  par la formule suivante :

$$(2) \quad Z_t = Z_0(1 - 0,0109t + 0,000035t^2).$$

» Cette formule montre que, au voisinage de  $15^\circ$ ,  $Z$  diminue de 1 pour 100 par degré centigrade (1). »

PHYSIQUE. — *Calcul de la compressibilité de l'azote jusqu'à 3000<sup>atm</sup>*  
Note de M. CH. ANTOINE.

« En désignant par  $p, v, t$  les pressions, les volumes et les températures d'un gaz ou d'une vapeur surchauffée, par  $v_s, t_s$  le volume et la température de la vapeur à saturation sous la pression  $p$ , on a

$$pv = pv_s + D(t - t_s),$$

$D$  étant un coefficient qui varie avec la pression, mais qui cependant reste sensiblement constant, lorsque la pression n'est pas très considérable. La recherche du produit  $pv$  est ramenée à celle du produit  $pv_s$ .

» Dans une Note, en date du 9 avril 1886, j'avais cherché à coordonner les valeurs de  $pv_s$  par une courbe, telle que

$$pv_s = M \sqrt[3]{B + t_s}.$$

» J'ai reconnu (2), depuis cette époque, que l'on a des résultats plus

(1) Ce travail a été exécuté au laboratoire de Recherches physiques de la Sorbonne.

(2) Note du 13 septembre 1889.

satisfaisants en posant

$$p\nu_s = D(A - Bp^{\frac{1}{2}} + t_s),$$

d'où

$$p\nu = D(A - Bp^{\frac{1}{2}} + t).$$

» En adoptant les atmosphères comme unités de tension, et les litres comme unités de volume, on aurait, comme première approximation, lorsque la pression n'est pas très considérable, pour l'azote :

$$(1) \quad p\nu = 2,922(274,1 - 1,5p^{\frac{1}{2}} + t).$$

» Lorsque la pression augmente d'une manière notable, l'expérience indique que la valeur de D se modifie. Parmi les fonctions qui peuvent représenter ces variations de D, je prendrai, comme première approximation,

$$(2) \quad D = 2,758 + 0,002265(P - 50)^{1,1},$$

courbe parabolique dont le sommet correspond à  $p = 50$ , et dont les deux branches se relèvent au-dessus et au-dessous de la pression de  $50^{\text{atm}}$ .

» Les produits  $p\nu$  sont alors, pour l'azote,

$$(3) \quad p\nu = [2,758 + 0,002265(p - 50)^{1,1}](274,1 - 1,5p^{\frac{1}{2}} + t),$$

pour  $1^{\text{kg}}$  d'azote et pour  $t = 0$ , la relation (3) donne le Tableau ci-après, qui résume les faits relatifs à la compression de l'azote, jusqu'à une tension de  $3000^{\text{atm}}$  :

| $p.$                 | $p\nu.$ | D.    | $p.$                   | $p\nu.$ | D.    | $p.$                   | $p\nu.$ | D.     |
|----------------------|---------|-------|------------------------|---------|-------|------------------------|---------|--------|
| $1^{\text{atm}}$ ... | 796,5   | 2,922 | $160^{\text{atm}}$ ... | 805,5   | 3,157 | $750^{\text{atm}}$ ... | 1573,8  | 5,810  |
| 20...                | 762,9   | 2,853 | 180...                 | 822,1   | 3,237 | 1000...                | 1594,0  | 7,032  |
| 40...                | 737,5   | 2,787 | 200...                 | 839,3   | 3,319 | 1500...                | 2064,8  | 9,559  |
| 60...                | 731,5   | 2,787 | 220...                 | 856,8   | 3,402 | 2000...                | 2521,2  | 12,179 |
| 80...                | 743,8   | 2,853 | 240...                 | 874,3   | 3,485 | 2500...                | 2960,2  | 14,868 |
| 100...               | 757,9   | 2,925 | 260...                 | 894,2   | 3,578 | 3000...                | 3380,6  | 17,612 |
| 120...               | 773,0   | 3,000 | 280...                 | 910,1   | 3,655 | »                      | »       | »      |
| 140...               | 789,1   | 3,078 | 300...                 | 927,7   | 3,739 |                        |         |        |

» On aurait, par exemple, pour  $1^{\text{kg}}$  d'azote,  $p = 3000$ ,  $t = 15^{\circ}$ ,

$$p\nu = 3380,6 + 15 \times 17,612 = 3644,8;$$

pour comparer les valeurs de  $p_v$  que l'on déduirait du Tableau ci-dessus avec les valeurs qui sont données par l'expérience, il faut les multiplier par un facteur constant, qui tient compte, soit de l'espèce des unités qui ont été adoptées, soit de la quantité de gaz qui a été soumise à l'expérience.

» En multipliant, par exemple, par 58 les valeurs de  $p_v$  qui sont déduites de la relation (3), on a, pour  $t = 22^\circ$  :

| $p$ .                | $p_v$ . | $58 p_v$ . | $p_v$<br>d'après<br>M. Amagat. | $p$ .                | $p_v$ . | $58 p_v$ . | $p_v$<br>d'après<br>M. Amagat. |
|----------------------|---------|------------|--------------------------------|----------------------|---------|------------|--------------------------------|
| $^{atm}$<br>127..... | 845,14  | 48905      | 51394                          | $^{atm}$<br>291..... | 978,90  | 56776      | 57796                          |
| 169.....             | 883,19  | 51224      | 52860                          | 332.....             | 1043,10 | 60500      | 59921                          |
| 209.....             | 920,92  | 53410      | 54214                          | 373.....             | 1085,10 | 62940      | 62708                          |
| 251.....             | 961,64  | 55780      | 55862                          | 421.....             | 1134,50 | 65801      | 65428                          |

» M. Amagat a présenté à l'Académie des Sciences (séance du 17 septembre 1888) un Tableau qui donne, sous diverses pressions, les volumes occupés à  $15^\circ$  par une masse gazeuse, dont le volume, à la même température et sous la pression de  $760^{mm}$ , est égal à l'unité.

»  $1^{kg}$  d'azote (dont la densité est de 0,971) a un volume d'environ  $840^{lit}$ , à la température de  $15^\circ$  et sous la pression atmosphérique.

» Si  $v$  est le volume qui est déduit de la relation (3), les valeurs données par M. Amagat sont  $\frac{v}{840}$ . On a, pour  $t = 15^\circ$  :

| $p$ .                | $p_v$ .            | $v$ . | Valeurs de $\frac{p_v}{840}$ |                       |
|----------------------|--------------------|-------|------------------------------|-----------------------|
|                      |                    |       | d'après<br>la formule.       | d'après<br>M. Amagat. |
| $^{atm}$<br>750..... | $^{lit}$<br>1441,0 | 1,921 | 0,002287                     | 0,002262              |
| 1000.....            | 1699,4             | 1,699 | 0,002023                     | 0,002032              |
| 1500.....            | 2208,3             | 1,506 | 0,001752                     | 0,001763              |
| 2000.....            | 2704,0             | 1,352 | 0,001609                     | 0,001613              |
| 2500.....            | 3183,3             | 1,273 | 0,001516                     | 0,001515              |
| 3000.....            | 3644,8             | 1,215 | 0,001446                     | 0,001446              |

CHIMIE. -- *Sur les combinaisons des métaux alcalins avec l'ammoniaque.*

Note de M. H.-W. BAKHUIS ROOZEBOOM, présentée par M. Friedel.

« M. Joannis a publié récemment ( <sup>1</sup> ) une étude sur les combinaisons de potassium et de sodium avec l'ammoniaque, dans laquelle il fait mention d'un fait curieux, dont je crois pouvoir donner l'interprétation, en me fondant sur le résultat de mes études sur les équilibres hétérogènes et les points multiples ( <sup>2</sup> ).

» Si l'on part d'un système renfermant la combinaison solide  $\text{Na AzH}_3$  en présence d'une solution de  $\text{Na (AzH}_3\text{)}^{\text{sat}}$  et du gaz ammoniac, et qu'on enlève de l'ammoniaque, le liquide disparaît peu à peu; mais la pression reste constante si l'on maintient la température constante. Si l'on continue à enlever du gaz après disparition du liquide, le sodammonium solide se dissocie en sodium et en ammoniaque.

» M. Joannis a observé que cette décomposition se fait aussi sous tension constante; mais, chose remarquable, cette tension serait encore égale à celle de la solution saturée. Il ajoute : « J'ai l'intention de rechercher si c'est là un fait général, et s'il y a d'autres exemples de corps, d'hydrates par exemple, ayant une tension de dissociation égale à la tension de vapeur de leur solution saturée. »

» Or, l'égalité de ces deux tensions est en pleine contradiction avec nos connaissances actuelles. D'abord, on peut *a priori* conclure à l'inégalité des tensions de deux systèmes différents, quoique composés des mêmes corps constituants. En outre, mes études ont fourni de nombreuses preuves de cette loi fondamentale, dont l'évidence semble pourtant s'accréditer si difficilement. Ces études, et surtout les relations qu'elles ont décelées entre les différents systèmes hétérogènes que peuvent contracter deux ou plusieurs corps, fournissent le moyen d'expliquer le fait curieux, et également de prédire la conduite générale des combinaisons du potassium et du sodium avec l'ammoniaque.

» Prenons pour terme de comparaison quelques systèmes, formés de

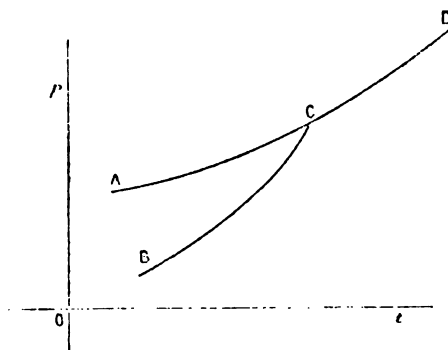
---

( <sup>1</sup> ) *Comptes rendus*, t. CIX, p. 900.

( <sup>2</sup> ) Voir *Rec. Trav. Chim. Pays-Bas*, t. III-VII, et *Zeitschr. Phys. Chemie*, 2, 449 et 513, et 4, 31.

$\text{CaCl}^2$  et de  $\text{H}^2\text{O}$ . Une combinaison solide  $\text{CaCl}^2, 4\text{H}^2\text{O}$  <sup>(1)</sup> peut exister en présence de solution saturée et de vapeur entre  $30^\circ$  et  $45^\circ$ .

» Soit AC la courbe qui figure les tensions de ce système. En enlevant maintenant de la vapeur d'eau, la solution s'évapore peu à peu et finit par disparaître. Alors l'hydrate solide commence à se dissocier, avec formation



de l'hydrate inférieur  $\text{CaCl}^2, 2\text{H}^2\text{O}$ . Il s'établit une nouvelle tension d'équilibre entre ces deux hydrates solides et la vapeur d'eau. La courbe de ces tensions est figurée par BC. Elle présente un point d'intersection C avec la courbe des solutions saturées. Ce point est le commencement de la courbe CD des tensions des solutions qui peuvent être en équilibre avec l'hydrate  $\text{CaCl}^2, 2\text{H}^2\text{O}$  et vapeur.

» La figure peut en général <sup>(2)</sup> servir de type pour la représentation des relations entre deux hydrates successifs d'un sel avec la vapeur d'eau ou la solution saturée. Au lieu du second hydrate peut figurer aussi le sel anhydre.

» Il en résulte que la tension de dissociation de l'hydrate supérieur est toujours plus petite que celle de sa solution saturée, sauf dans le point C. Aussi ce point représente la température et la pression uniques où il y a coexistence des deux corps solides avec la solution et la vapeur d'eau, c'est-à-dire de tous les complexes hétérogènes qui font partie des deux systèmes dont AC et BC indiquent les tensions.

<sup>(1)</sup> Comparez mon étude sur les conditions de l'équilibre des différents systèmes formés entre ce sel et l'eau (*Rec.*, t. VIII, p. 1-146; 1809).

<sup>(2)</sup> Il ne faut faire exception que pour les cas où existent des solutions renfermant moins d'eau que l'hydrate solide (voir *Rec.*, t. VIII, p. 7 et 56).

» Une même relation entre deux courbes analogues a été observée pour les systèmes dans lesquels entrent, comme corps solides, les hydrates de gaz et les combinaisons de l'ammoniaque avec les sels ammoniacaux.

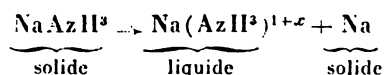
» La même figure schématique pourra représenter encore la conduite générale des systèmes formés du sodium et de l'ammoniaque. Ainsi la courbe AC représentera l'équilibre entre le sodammonium solide, un liquide renfermant plus d'ammoniaque que cette combinaison, et l'ammoniaque gazeuse. La constance de la tension résulte nécessairement de la présence de trois phases (complexes hétérogènes) formées de deux corps constituants.

» La courbe BC figurera les tensions d'un système formé de  $\text{NaAzH}^3$  solide, Na solide et  $\text{AzH}^3$  gazeux, lequel système résulte du premier en enlevant de l'ammoniaque après l'évaporation complète du liquide.

» Donc, si M. Joannis a cru observer une même tension pour ces deux systèmes, il faut qu'il ait fait l'expérience dans une proximité telle, du point de rencontre C, que la différence des tensions indiquées par les deux courbes soit moins grande que les erreurs d'expérience.

» La même explication peut être appliquée aux observations de M. Lesœur qui <sup>(1)</sup>, parmi les sels hydratés, a rencontré en apparence deux exemples d'égalité de tensions entre la solution saturée d'un sel hydraté et sa tension lorsqu'il se dissocie en hydrate inférieur et vapeur.

» En poursuivant les recherches sur le sodammonium, il faut donc qu'on rencontre une température (du point C) à laquelle le sodammonium se transforme d'après la formule suivante :



d'où résultera le système

Na solide + solution ammoniacale + gaz ammoniac,

que l'on arrive au point C par AC ou par BC.

» En théorie, on pourrait admettre aussi bien la formation d'une seconde combinaison solide, renfermant une quantité moindre de  $\text{AzH}^3$  que le composé  $\text{NaAzH}^3$ ; mais M. Joannis ayant constaté l'apparition du sodium aux températures plus basses que C, aussitôt qu'on eut fait vaporiser le

---

<sup>(1)</sup> Ces hydrates sont :  $\text{SrCl}^2, 6\text{H}^2\text{O}$  et  $\text{Na}^2\text{HPO}^3, 7\text{H}^2\text{O}$  (voir p. 72 et 145 de ses *Recherches sur la dissociation des hydrates salins*; Lille, 1888).

liquide, c'est ce même corps solide qui existera aux températures plus élevées que C, en présence du liquide.

» Quant à la courbe CD, elle se prolongera, d'après mes expériences touchant des cas analogues, jusqu'au point de fusion du sodium. »

PHYSIQUE. — *Sur l'absorption des rayons ultra-violetés par quelques substances organiques faisant partie de la série grasse.* Note de MM. **J.-L. SORET** et **ALB.-A. RILLIET**, présentée par M. A. Cornu.

« Nous avons l'honneur de communiquer à l'Académie quelques conclusions principales auxquelles nous avons été conduits dans un travail assez étendu sur l'absorption des rayons ultra-violetés par diverses substances organiques faisant partie de la série grasse. Nous rappelons ici que MM. Hartley et Huntington, dans leur beau Mémoire sur l'absorption (1), ont aussi étudié un certain nombre de ces substances. Une grande partie de nos résultats sont d'accord avec les leurs; nous avons cependant constaté quelques divergences.

» Quoiqu'il soit très difficile d'obtenir des substances d'une pureté suffisante pour permettre de bonnes observations, il paraît incontestable qu'il y a une grande analogie dans la manière dont les substances faisant partie d'une même série homologue se comportent en ce qui concerne l'absorption.

» C'est ainsi que les *alcools* de la série grasse présentent en général une grande transparence pour les rayons ultra-violetés. Il est probable que les échantillons qui font exception contiennent des impuretés. La rectification et surtout la dessiccation complète amènent souvent une décomposition ou une oxydation des alcools, qui diminue leur transparence. MM. Hartley et Huntington ont donc donné comme conclusion de leurs recherches sur cette classe de corps que l'absorption en augmente à mesure que les formules chimiques vont en se compliquant, le maximum de transparence correspondant à l'alcool méthylique, tandis que les alcools éthylique, propylique, etc., interceptent de plus en plus les rayons extrêmes du spectre.

» Sans combattre cette conclusion, qui peut paraître rationnelle, nous

---

(1) *Researches on the action of organic substances on the ultra-violet rays of the spectrum* (*Philosophical Transactions of the Roy. Society*, Part I; 1879).

croyons que les savants anglais se sont exagéré les différences existant entre les alcools. Ainsi ils ont trouvé qu'une couche d'alcool méthylique de 19<sup>mm</sup> d'épaisseur laisse passer tous les rayons ultra-violetes jusqu'à la raie 28 ( $\lambda = 206$ ), tandis que, sous la même épaisseur, l'alcool éthylique absolu intercepte les rayons plus réfrangibles que la raie 22 ( $\lambda = 232$ ). Or nous avons reconnu que, pourvu que la dessiccation n'ait pas été poussée trop loin, on trouve facilement des échantillons d'alcool éthylique plus transparents, et atteignant même largement la limite que MM. Hartley et Huntington indiquent pour l'alcool méthylique.

» Une autre série homologue très remarquable est celle des *kétones*, auxquelles on peut relier l'aldéhyde. Ces liquides sont très opaques pour les rayons ultra-violetes, qu'ils interceptent à partir de la raie 12 environ; il se manifeste plus loin une certaine reprise de la transparence (très marquée avec l'acétone ordinaire). Les différences entre les diverses cétones étudiées sont assez faibles pour que l'on puisse les attribuer à des défauts de pureté chimique.

» L'étude de la série des *éthers simples* nous a fait reconnaître les faits suivants : 1° les divers éthers simples contenant le même élément électro-négatif (iode, brome, chlore) ne paraissent pas différer sensiblement dans leurs propriétés d'absorption; en d'autres termes, la substitution d'un radical alcoolique à un autre radical alcoolique agit peu sur la transparence; la vérification est très positive avec les iodures; 2° les sels haloïdes de potassium (iodure, bromure, chlorure) sont notablement moins absorbants que les éthers correspondants; la substitution d'un métal alcalin à un radical alcoolique augmente donc la transparence; il y a, d'ailleurs, d'autres différences entre les spectres de ces deux classes de corps, ce qui peut faire présumer que leur mode de groupement moléculaire n'est pas le même (1); 3° les divers éthers contenant un élément électro-négatif différent ne présentent point la même transparence; les iodures sont très absorbants, les bromures le sont moins, les chlorures sont très transparents.

» L'éther ordinaire (éthylique), purifié par distillation sur du sodium, est très transparent pour les rayons ultra-violetes extrêmes; parmi les liquides que nous avons examinés, il n'est guère surpassé, à cet égard, que par l'eau distillée.

---

(1). Dans une précédente Communication, nous avons montré qu'il y a des différences analogues entre les éthers azotiques et les azotates alcalins (*Comptes rendus*. t. LXXXIX, p. 747; 1879).



» L'étude des *acides gras*, de leurs combinaisons avec le sodium et de leurs éthers composés, ne nous a pas conduits à des faits nouveaux bien précis; ces substances sont trop difficiles à obtenir à l'état de pureté pour que l'on puisse avoir une entière confiance dans les résultats.

» Les *vapeurs* des liquides, qui sont suffisamment absorbants et volatils, exercent elles-mêmes une action d'absorption sur les rayons ultra-violetts.

» D'une manière générale, nous estimons que la mesure de l'absorption de ces rayons constitue un moyen très délicat pour apprécier la pureté des corps organiques. »

CHIMIE. — *Sur les pouvoirs réfringents des sels doubles en dissolution.*

Note de M. E. DOUMER, présentée par M. Armand Gautier.

« J'ai étudié un certain nombre de sels doubles, au point de vue du pouvoir réfringent par rapport à l'eau, à l'aide de la méthode qui m'a déjà servi à déterminer les pouvoirs réfringents des sels simples. J'ai consigné dans le Tableau suivant les résultats de cette étude. On trouvera dans la première colonne les formules des sels; dans la seconde, les poids moléculaires; dans la troisième, les pouvoirs réfringents par rapport à l'eau, que je désigne par  $\mu$ ; dans la quatrième, les pouvoirs réfringents moléculaires  $\mu P_m$ ; dans la cinquième, le nombre  $n$  de valences de la partie métallique du sel, ou bien le nombre d'atomes d'hydrogène remplacés par cette partie métallique. Enfin la dernière colonne contient les produits  $21,5 \times n$ , c'est-à-dire les produits par  $n$  du pouvoir réfringent moléculaire théorique des sels simples ( $= 21,5$ ) dans lesquels la valence du métal est égale à l'unité.

» Un certain nombre de sels composés (*sel de Seignette, phosphate ammoniac-sodique, carbonate double de potassium et de sodium*), qui ne sont pas à proprement parler des sels doubles, figurent dans ce Tableau. J'ai omis intentionnellement certains sels doubles qui se comportent exactement comme les sels mentionnés dans ce Tableau, mais qui contiennent des sels simples irréguliers, tels que le chlorure et le cyanure mercuriques.

| Formules.                      | $P_m$ . | $\mu$ . | $\mu P_m$ . | $n$ . | $21,5 \times n$ . |
|--------------------------------|---------|---------|-------------|-------|-------------------|
| $(SO^4)^3 Li^2 K^4$ . . . . .  | 458     | 0,275   | 126,3       | 6     | 129               |
| $(SO^4)^2 Ni(AzH^4)^2$ . . . . | 286,6   | 0,291   | 83,4        | 4     | 86                |
| $(SO^4)^2 Fe(AzH^4)^2$ . . . . | 284     | 0,278   | 79          | 4     | 86                |
| $(SO^4)^2 Cu K^2$ . . . . .    | 333     | 0,252   | 84          | »     | »                 |
| $(SO^4)^2 Cu(AzH^4)^2$ . . . . | 291     | 0,271   | 79          | »     | »                 |

| Formules.                   | P.    | 2.           | 2P.   | n. | n. . n. |
|-----------------------------|-------|--------------|-------|----|---------|
| $(SO^4)^2K^2Cr^2$ .....     | 566   | 0,320        | 181   | 8  | 172     |
| $(SO^4)^2K^2Fe^2$ .....     | 574   | 0,280        | 161   | "  | "       |
| $(SO^4)^2K^2Al^2$ .....     | 516   | 0,305        | 156   | "  | "       |
| $(SO^4)^2(AzH^3)^2Al^2$ ... | 498   | <b>0,316</b> | 157   | "  | "       |
| $Cl^1AuNa$ .....            | 361   | 0,221        | 80    | 4  | 86      |
| $Cl^1PtNa^2$ .....          | 453   | 0,267        | 121   | 6  | 139     |
| $Cy^6FeK^3$ .....           | 368   | 0,340        | 125,3 | "  | "       |
| $(C^2O^3)^2Fe^2K^2$ .....   | 542   | 0,315        | 170,7 | 8  | 172     |
| $(C^2H^3O^6)^2SrK^2$ .....  | 461,5 | 0,179        | 83    | 4  | 86      |
| $CO^2KNa$ .....             | 122   | 0,324        | 39,6  | 2  | 43      |
| $PO^3HNa(AzH^3)$ .....      | 137   | 0,303        | 45    | "  | "       |
| $C^2H^3O^6KNa$ .....        | 210   | 0,198        | 41,6  | "  | "       |

» *Conclusions.* — Si l'on rapproche les pouvoirs réfringents moléculaires des sels doubles des pouvoirs réfringents moléculaires des sels simples (1), on voit que le pouvoir réfringent moléculaire d'un sel double est égal à la somme des pouvoirs réfringents moléculaires des sels simples composants.

» Ainsi le pouvoir réfringent moléculaire de  $AuNaCl^1$  (80) est sensiblement égal à la somme du pouvoir réfringent moléculaire (57,6) du chlorure d'or et du pouvoir réfringent moléculaire (23) du chlorure de sodium :  $57,6 + 23 = 80,6$ .

» Ces résultats présentent quelque analogie avec ceux que M. Landolt et M. Berthelot ont trouvés relativement à un certain nombre de composés organiques. Ils rentrent d'ailleurs dans la loi plus générale des pouvoirs réfringents moléculaires que j'ai indiquée dans la Note précédemment citée, et complètent cette loi.

» La comparaison des chiffres contenus dans la quatrième et dans la sixième colonne du Tableau montre, en effet, que les pouvoirs réfringents moléculaires des sels doubles sont sensiblement proportionnels au nombre  $n$  de valences de la partie métallique du sel. Ainsi :

|   |              |               |                     |
|---|--------------|---------------|---------------------|
| $PO^3HNa(AzH^3)$ ,                            | $Cl^1AuNa$ , | $Cy^6FeK^3$ , | $(SO^4)^2K^2Cr^2$ , |
| dont le nombre de valences est respectivement |              |               |                     |
| 2,  | 4,           | 6,            | 8,                  |
| ont pour pouvoirs réfringents                 |              |               |                     |
| 45,   | 80,          | 125,2,        | 181,                |

(1) Voir *Comptes rendus*, séance du 6 janvier 1890.

nombres sensiblement égaux à

$$2 \times 21,5 = 43, \quad 4 \times 21,5 = 86, \quad 6 \times 21,5 = 129, \quad 8 \times 21,5 = 172.$$

» On peut donc dire, d'une façon générale, que *le pouvoir réfringent moléculaire d'un sel, soit simple, soit double, est proportionnel au nombre de valences de la partie métallique du sel.*

» *Remarque I.* — Ces faits donnent un moyen de déterminer le pouvoir réfringent moléculaire des sels simples difficiles à préparer à l'état de pureté, mais qui sont susceptibles de donner des sels doubles facilement purifiables et solubles dans l'eau.

» *Remarque II.* — Ils peuvent aussi donner quelques indications intéressantes sur la constitution de certains sels doubles. Ainsi, faut-il regarder le ferrocyanure de potassium comme composé d'un radical tétratomique  $\text{Cy}^{\circ}\text{Fe}$  et de potassium? Ou bien faut-il le considérer comme un véritable sel double dû à la combinaison du cyanure ferreux et du cyanure de potassium? Dans la première supposition, le nombre de valences métalliques serait égal à 4, il serait de 6 dans la seconde. Le pouvoir réfringent moléculaire du ferrocyanure de potassium, 125, sensiblement égal à  $6 \times 21,5$ , montre que le nombre de valences de la partie métallique du sel est 6 et que l'hypothèse qui considère le ferrocyanure comme un sel double est sans doute la vraie. »

PHYSIQUE. — *La constitution moléculaire des corps au point critique.*

Note de M. PH.-A. GUYE, présentée par M. Friedel.

« J'ai pensé qu'il y aurait quelque intérêt à chercher de nouvelles relations entre certaines propriétés physiques et chimiques des corps et les valeurs des constantes  $a$  et  $b$  de l'équation de M. Van der Waals (<sup>1</sup>), qui, on le sait, dépendent jusqu'à présent de la détermination de la température et de la pression critique.

» Un examen attentif m'a montré que, par la nature même des définitions, la constante  $b$  ci-dessus doit être proportionnelle au pouvoir réfringent moléculaire.

---

(<sup>1</sup>) VAN DER WAALS, *La continuité de l'état gazeux et de l'état liquide* (thèse en hollandais). Voir l'analyse que j'en ai donnée dans les *Archives de Genève*, 3<sup>e</sup> série, t. XXII, p. 540.

( 142 )

» Pour le pouvoir réfringent, j'ai adopté l'expression

$$R = \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \frac{1}{d},$$

à laquelle MM. Lorenz (1) et Lorentz (2) ont été conduits par des considérations tirées de la théorie électromagnétique de la lumière de M. Maxwell.

» Comme il est, d'autre part, très facile de démontrer que le coefficient critique, ou rapport de la température critique absolue à la pression critique, est lui-même proportionnel à la constante  $b$ , tout au moins avec une très grande approximation, il en résulte que ce coefficient, que je désigne par  $\alpha$ , est proportionnel au pouvoir réfringent moléculaire; de sorte que,  $f$  étant une constante, la même pour tous les corps, on doit avoir la relation

$$(1) \quad \frac{MR}{\alpha} = f.$$

» J'ai calculé le rapport de  $MR$  à  $\alpha$  pour tous les corps dont on connaît les éléments entrant dans cette formule, et j'ai trouvé que la valeur de  $f$  est comprise entre 1,6 et 2,0, la valeur moyenne étant 1,8.

» Voici quelques-unes de ces vérifications :

| Corps.                     | MR.   | $\alpha$ . | $f$ . |
|----------------------------|-------|------------|-------|
| Acétone.....               | 15,71 | 9,7        | 1,7   |
| Chlorure de propyle.....   | 20,35 | 10,1       | 2,0   |
| Butyrate d'éthyle.....     | 30,63 | 18,7       | 1,6   |
| Alcool isopropylique.....  | 17,12 | 9,6        | 1,8   |
| Alcool isobutylique.....   | 21,55 | 11,1       | 1,9   |
| Thiophène.....             | 23,73 | 12,3       | 1,9   |
| Éthane.....                | 10,98 | 6,9        | 1,6   |
| Méthylamine.....           | 10,40 | 5,9        | 1,8   |
| Éther méthyléthylique..... | 17,01 | 9,6        | 1,8   |

» Les valeurs extrêmes de  $f$ , 1,6 et 2,0, sont en écart de 0,2 sur la moyenne 1,8, soit de 10 pour 100 environ. L'incertitude moyenne sur les valeurs de  $\alpha$  étant précisément d'environ 10 pour 100, on voit donc qu'entre les limites des erreurs d'observation, la relation (1) est vérifiée

---

(1) LORENZ, *Wied. Ann.*, t. II, p. 70.

(2) LORENTZ, *Wied. Ann.*, t. IX, p. 641.

par l'expérience. J'ajoute qu'il ne peut être question d'une coïncidence fortuite, car les données numériques entrant dans les calculs de vérification sont comprises entre :

- » + 9° et + 317° pour les températures critiques ;
- » 30<sup>atm</sup> et 115<sup>atm</sup> pour les pressions critiques ;
- » 6<sup>atm</sup> et 36<sup>atm</sup> pour les pouvoirs réfringents moléculaires.

» Ces derniers varient donc dans le rapport de 1 à 6, la constante  $f$  dans celui de 1,6 à 2,0, soit 1,00 à 1,25. En outre, les vérifications numériques que j'ai faites sont relatives à une quarantaine de corps, parmi lesquels on trouve des corps simples et composés, inorganiques et organiques, neutres, basiques et acides, des fonctions organiques variées.

» Indépendamment de l'importance que peut avoir la formule (1), en tant que nouvelle relation entre des constantes optiques et thermiques, et confirmation des vues théoriques de MM. Maxwell, Van der Waals, Lorentz et Lorenz, on peut en tirer plusieurs conséquences importantes au point de vue chimique.

» On remarquera tout d'abord qu'il n'est pas indifférent de rapporter les pouvoirs réfringents aux poids moléculaires ou aux équivalents. Ces derniers conduiraient à une valeur de  $f$  qui serait tantôt 1,8, tantôt 0,9. Quant aux équivalents rapportés à des volumes égaux de vapeur, ils conduisent naturellement aux mêmes résultats que les poids moléculaires.

- » La formule (1) peut s'écrire

$$(2) \quad M = f \frac{\mu}{R},$$

et l'on voit que, sous cette forme, elle permet de fixer la valeur du poids moléculaire des corps au point critique, pourvu que l'on connaisse les valeurs du coefficient critique et du pouvoir réfringent spécifique. Les résultats obtenus par le calcul de la constante  $f$  démontrent aussi que les poids moléculaires des liquides au point critique sont les mêmes que ceux qu'on déduit de la loi d'Avogadro et d'Ampère.

» Si l'on observe que la relation (1) ne peut subsister qu'à la condition que toutes les propriétés qui caractérisent les pouvoirs réfringents moléculaires s'appliquent aussi aux coefficients critiques, on verra que la seule connaissance du coefficient critique d'un corps suffit en général pour fixer son poids moléculaire au point critique.

» On peut en effet calculer *a priori* le pouvoir réfringent moléculaire au moyen des coefficients atomiques de réfraction (MM. Berthelot, Gladstone,

Landolt, Brühl). En divisant ces coefficients par la constante 1,5, on obtiendra de nouveaux coefficients, que j'appelle *coefficients atomiques critiques*, au moyen desquels on pourra toujours calculer d'avance la valeur du coefficient critique d'un composé donné, ce coefficient devant être en effet égal à la somme des coefficients critiques des atomes constituant la molécule.

» J'ai fixé les valeurs numériques des plus importants de ces coefficients atomiques critiques, et j'ai trouvé que cette règle de sommation des coefficients atomiques est en général bien vérifiée dans les limites des erreurs d'expérience. Toutefois, il convient d'adopter des valeurs un peu différentes suivant que les liaisons entre les atomes sont simples, doubles ou triples, ainsi que le fait a déjà été observé pour les coefficients atomiques de réfraction.

» Quoi qu'il en soit, on peut toujours calculer *a priori* la valeur du coefficient critique d'un composé avec une exactitude suffisante pour que la comparaison avec la valeur donnée par l'expérience permette de choisir, entre les divers multiples d'une formule, celui qui représente le poids moléculaire du corps au point critique.

» Toutes les vérifications numériques sur lesquelles reposent les conclusions de ce travail, ainsi que l'interprétation qu'il faut donner à quelques cas exceptionnels, seront publiées sous peu *in extenso*.

» Je reviendrai prochainement sur d'autres applications qu'on peut faire de la proportionnalité entre la constante *b* et le pouvoir réfringent moléculaire, ainsi que sur les relations qu'on peut établir entre la constante *a* et d'autres propriétés des corps (\*).

CHEMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés de substitution du chlorure ammonique.*

Note de M. J.-A. LE BEL, présentée par M. Armand Gautier.

» La constitution intime du chlorure ammonique a déjà donné lieu à diverses discussions; quelques chimistes le considèrent comme un chlorure d'ammonium ou même comme un pentahydrure d'azote monochloré, attribuant aux cinq atomes liés à l'azote un rôle exactement identique (équivalence des valences de l'azote).

» D'autres, au contraire, pensent qu'il faut le considérer comme un

---

(\*) Paris, Laboratoire de M. Friedel.

chlorhydrate d'ammoniaque  $AzH^3$ ,  $HCl$ , appuyant leur manière de voir sur la dissociation facile du sel en acide chlorhydrique et en ammoniaque. Cette dernière manière de raisonner n'est pas logique; car, en l'appliquant à l'iodhydrate d'amylène, on arriverait également à conclure que ce corps renferme un atome d'hydrogène jouant un rôle spécial; or aujourd'hui, tout le monde a renoncé à cette manière de voir.

» Considérons la question au point de vue de la constitution dans l'espace; on peut se figurer grossièrement la molécule  $AzRR'^3Cl$  comme ayant les cinq radicaux combinés à l'azote distribués sur une sphère, et alors, ou bien ils n'auront pas de position relative fixe, et naturellement il n'y aura pas d'isomères parmi les dérivés substitués; ou bien ces positions seront fixes.

» Or il est impossible, dans ce cas, de distribuer cinq points régulièrement sur une sphère, et les distributions les plus simples comportent pour le moins deux dérivés  $AzRR'^3Cl$ .

» Le premier cas, qui paraît contraire aux idées qu'on se fait généralement de la constitution des corps, est pourtant conforme aux lois de la Mécanique, et M. Berthelot avait déjà parlé de cette hypothèse. Il arrive, en effet, que dans les dérivés simples du chlorure ammonique, ceux qui contiennent encore de l'hydrogène ou du méthyle, c'est précisément cette hypothèse qui paraît être la vraie, et les recherches les plus diverses n'ont abouti qu'à y ramener les chimistes; j'ai moi-même apporté une preuve de plus à cette manière de voir, et il y a aujourd'hui un accord complet sur la question.

» Il n'en est pas de même des dérivés qu'on obtient en substituant à l'hydrogène des radicaux élevés. On comprend, en effet, que des radicaux lourds et volumineux ne puissent pas changer de place entre eux aussi facilement que le font l'hydrogène et le méthyle; car on sait que l'iodure de méthyle se combine aux amines sèches d'une façon absolument explosive, tandis que l'iodure d'éthyle exige déjà un contact prolongé, ou une certaine température, pour entrer en combinaison; aussi la question est-elle restée pendante sur ce point. Je remarquerai encore qu'on peut concevoir l'existence de deux isomères d'ammonium substitués, sans qu'ils aient nécessairement des modes de génération différents, c'est-à-dire en produisant l'un par l'union du chlorure  $RCl$  à l'amine  $AzR'^3$ , et l'autre par le chlorure  $R'Cl$  et l'amine  $AzRR'^2$ . Ces deux ordres de faits ne sont pas nécessairement concomitants.

» Dans la monographie que j'ai entreprise des chloroplatinates de ces

amines, j'avais des chances sérieuses de découvrir des isomères de ce genre. On trouve dans le bas de la série un groupe tout à fait remarquable de chloroplatinates cubiques, qui tous sont précisément formés aux dépens de chlorures de la forme  $AzRR^3Cl$ .

« Très frappé de ce fait, je cherchai la limite où ces sels cessent d'être cubiques et je trouvai que les chloroplatinates de triméthylpropylammonium et de tripropylméthylammonium viennent encore s'ajouter au groupe cubique; mais la limite est dépassée quand on arrive au sel de triméthylisobutylammonium. J'avais remarqué qu'en général, si un chloroplatinate ne diffère d'un autre chloroplatinate cubique que par un seul méthyle substitué dans l'ammonium, il affecte une forme si voisine du cube que souvent il a été classé comme cubique, et même on ne peut éviter ces confusions qu'en contrôlant le goniomètre par l'examen des axes optiques. Or, pour le chloroplatinate d'isobutyltriméthylammonium, on obtient d'abord un sel de platine en aiguilles allongées fortement biréfringentes qui paraît sortir brusquement de la famille cubique. Ce sel a, du reste, fourni exactement le chiffre théorique de platine; or, quand j'ai voulu en faire des cristaux mesurables, je n'ai obtenu que des octaèdres très voisins du système régulier, possédant une double réfraction, si faible qu'on ne les voit plus s'éclairer en lumière polarisée quand on les fait cristalliser sur une lame de verre. Ce caractère ainsi que l'aspect absolument distinct des cristaux ne laissent aucun doute sur le dimorphisme; en taillant un octaèdre sur une épaisseur très grande, on voit néanmoins deux axes optiques. En faisant cristalliser le sel octaédrique à chaud, ou dans l'alcool ou l'acide chlorhydrique, il garde complètement son caractère; on n'avait donc pas affaire à un dimorphisme simple ou réversible par des moyens physiques, comme ceux qu'on observe habituellement.

» N'ayant pas réussi à refaire avec les octaèdres les prismes primitifs, je résolus d'éliminer le platine pour retourner au chlorure de l'ammonium correspondant. Ce dernier ou bien devait redonner le chloroplatinate en aiguilles, ou bien être lui-même différent du sel primitif. En employant l'hydrogène sulfuré, qui exige plusieurs précipitations, j'obtins un chlorure qui donnait une certaine quantité d'aiguilles et d'octaèdres mélangés. Comme on avait employé un temps notable et la chaleur pour éliminer tout le platine du sel, il y avait donc lieu de penser que le chlorure avait pu rétrograder. En effet, en se servant d'oxyde d'argent fraîchement précipité et rigoureusement débarrassé d'alcali fixe par le lavage, on a précipité l'oxyde de platine et le chlore à la fois; il suffisait de filtrer, de



saturer l'oxyde d'ammonium par l'acide chlorhydrique et de distiller l'eau dans le vide pour faire en une seule séance le chlorure correspondant concentré qui, additionné de chlorure de platine, fournit d'abord des octaédres. Il y a donc non seulement deux chloroplatinates, mais deux chlorures d'ammonium; seulement au chlorure stable correspond un chloroplatinate instable, circonstance qui a permis de découvrir le phénomène.

» Du reste, non seulement le chlorure ammonique correspondant aux octaédres rétrograde, mais il fait rétrograder ces derniers par échange d'ammonium entre les deux sels. On a constaté en effet directement que les octaédres se changent en aiguilles, en présence du chlorure primitif en excès, surtout si l'on acidule légèrement.

» Ces faits sont une confirmation de ceux qui ont été annoncés par M. Ladenburg à propos de l'isomérisie du triéthylbenzylammonium, faits contestés par M. V. Meyer. Je me propose de vérifier ces derniers et de chercher des exemples nouveaux qui me paraissent nécessaires pour adopter une conclusion définitive (1). »

CHIMIE. — *Réactions entre les sels de cuivre et les cyanures métalliques.*

Note de M. **RAOUL VARET.**

« Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. CVII, p. 1001), j'ai montré que l'action qu'exercent les sels de cuivre sur le cyanure de mercure est bien différente de celle qu'ils exercent sur les cyanures alcalins. Ces derniers font la double décomposition avec tous les sels de cuivre, il y a dégagement de cyanogène et précipitation de cyanure cuivreux. Le cyanure de mercure n'étant attaqué que par les sels halogènes, il m'a paru intéressant de rechercher quelle serait l'action sur le cyanure d'argent, très voisin du cyanure de mercure, comme l'a montré M. Berthelot, et aussi sur le cyanure de zinc, que l'on place quelquefois à côté des sels correspondants de mercure et d'argent.

» Je vais d'abord compléter les indications que j'ai données relativement au cyanure de mercure.

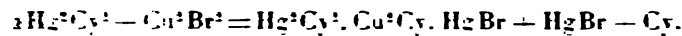
» I. *Action du bromure cuivrique sur le cyanure de mercure.* — A une solution bouillante de cyanure de mercure, on ajoute du bromure cuivrique par petites

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Gautier.

parties à équivalents de  $\text{CuBr}$  pour 3 équivalents de  $\text{HgCy}$ . La liqueur noircit, il y a dégagement de cyanogène et formation d'un précipité lilas, puis la liqueur s'éclaircit. On cesse immédiatement de chauffer, le précipité est jeté sur un filtre et lavé avec de l'eau froide. Séché à  $100^\circ$ , il répond à la formule  $\text{Hg}^2\text{Cy}^2\text{HgBrCu}^2\text{Cy}$ .

La réaction suivante a eu lieu :



Si, au lieu de cesser de chauffer aussitôt que le corps  $\text{Hg}^2\text{Cy}^2, \text{HgBrCu}^2\text{Cy}$  a pris naissance, on prolonge l'ébullition pendant quelques minutes, le précipité lilas pâlit et il répond alors à la formule  $4\text{Hg}^2\text{Cy}^2, 4\text{Cu}^2\text{Cy}, 3\text{HgBr}$ .

On voit que, sous l'influence de l'eau et du cyanure de mercure en excès, le corps  $\text{Hg}^2\text{Cy}^2\text{HgBrCu}^2\text{Cy}$  a perdu du bromure mercurique. Une ébullition plus prolongée avec de l'eau saturée de cyanure de mercure lui ferait perdre une quantité plus grande de  $\text{HgBr}$ .

Chauffé avec un grand excès d'eau, le composé  $\text{Hg}^2\text{Cy}^2\text{HgBrCu}^2\text{Cy}$  perd du cyanure et du bromure de mercure, et se transforme en cyanure cuivreux. Sa transformation n'est pas immédiate; il y a formation de produits intermédiaires, qui sont de plus en plus riches en cyanure cuivreux et qui semblent résulter de l'union de  $\text{Hg}^2\text{Cy}^2\text{HgBr}$  avec  $m\text{Cu}^2\text{Cy}$ ;  $m$  étant un facteur fonction du temps et de la proportion d'eau.

Quand, dans une solution concentrée et bouillante de bromure cuivrique, on verse une solution faible de cyanure de mercure ( $\text{CuBr}$  étant toujours en excès), il y a dégagement de cyanogène et formation de cyanure cuivreux.

La réaction suivante a lieu :



Dans une solution refroidie de cyanure de mercure, on verse du bromure cuivrique; la liqueur s'échauffe et il se fait un léger précipité, mélange des composés précédemment décrits. On filtre et l'on refroidit le liquide obtenu. Il se dépose des cristaux bleus et verts échevêtres. Ces cristaux sont des hydrates des combinaisons  $\text{Hg}^2\text{Cy}^2\text{CuBr}$  et  $\text{Hg}^2\text{Cy}^2\text{Cu}^2\text{Br}^2$ .

II. *Action du chlorure cuivrique sur le cyanure de mercure*. — A froid, on obtient, comme je l'ai dit (*loc. cit.*),  $\text{Hg}^2\text{Cy}^2, \text{CuCl}, 6\text{HO}$  et  $\text{Hg}^2\text{Cy}^2, \text{Cu}^2\text{Cl}^2, 10\text{HO}$ .

A chaud, on a du cyanure cuivreux, quand  $\text{CuCl}$  est en excès; dans le cas contraire, on obtient un précipité lilas répondant à la formule  $\text{Hg}^2\text{Cy}^2\text{HgCl}, \text{Cu}^2\text{Cy}$ . C'est un corps beaucoup plus stable que le composé correspondant obtenu avec le bromure cuivrique.

III. *Cyanure de mercure et sels halogènes cuivreux*. — On maintient à l'ébullition une solution de cyanure de mercure tenant en suspension de l'iodure cuivreux (1 gr. 6 de  $\text{HgCy}$  pour 1 gr. de  $\text{Cu}^2\text{I}$ ). Il y a double décomposition et l'on obtient un précipité orange répondant à la formule  $\text{Cu}^2\text{CyHgI}$ . Comme c'était à prévoir, il n'y a pas de dégagement de cyanogène.

Avec le bromure cuivreux, on a un précipité vert pâle qui reste en suspension dans l'eau; c'est un bromo cyanure de mercure et de cuivre.

Quant au chlorure cuivreux, il ne semble pas réagir dans ces conditions.

» IV. *Cyanure d'argent et sels de cuivre.* — Lorsqu'on maintient à l'ébullition une solution de chlorure cuivrique, tenant du cyanure d'argent en suspension, il y a dégagement de cyanogène et l'on obtient un précipité vert, très altérable à la lumière; c'est un chlorocyanure d'argent et de cuivre.

» Avec le bromure cuivrique, la réaction est beaucoup plus énergique; le bromocyanure d'argent et de cuivre obtenu est jaune vert et aussi très altérable.

» Le cyanure d'argent peut être chauffé pendant plusieurs heures avec des solutions de sulfate ou d'azotate de cuivre, sans que l'on constate d'attaque sensible.

» *Cyanure de zinc.* — Les sels halogènes de cuivre réagissent sur le cyanure de zinc, même à la température ordinaire. Avec les sels oxygénés, il est nécessaire d'élever la température vers 40°, sans cela l'attaque est très lente. Dans les deux cas il y a simplement double décomposition et dégagement de cyanogène.

» En résumé, on voit :

» 1° Que les sels halogènes de cuivre font la double décomposition avec tous les cyanures;

» 2° Que l'action des sels oxygénés est nulle sur les cyanures de mercure et d'argent seulement.

» Ces derniers semblent donc avoir une constitution particulière et posséder, comme le pense M. Berthelot, les formules  $\text{Ag}^2\text{Cy}^2$  et  $\text{Hg}^2\text{Cy}^2$ .

» Le cyanure de zinc, au contraire, peut être représenté par la formule  $\text{ZnCy}$ , comparable à celle du cyanure de potassium.

» Et si l'on veut faire intervenir la notion d'atomicité, on peut dire que, dans les cyanures de mercure et d'argent, les deux radicaux CAz sont unis entre eux; tandis que, dans le cyanure de zinc, ils sont indépendants et réunis par l'intermédiaire du métal. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les différentes bornylphényluréthanes gauche, droite et racémique, et sur les isobornylphényluréthanes.* Note de M. A. HALLER, présentée par M. Friedel.

« Dans ma dernière Communication présentée à l'Académie (<sup>1</sup>), j'ai fait voir que l'isocamphol gauche possède un pouvoir rotatoire qui varie avec la nature du dissolvant employé, tandis que le bornéol gauche  $\alpha$  conserve son pouvoir rotatoire normal dans tous les dissolvants mis en essai.

» On sait, d'autre part, que les isocamphols ou bornéols  $\beta$  chauffés

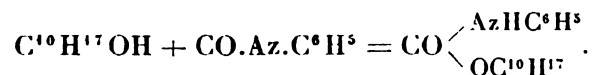
---

(<sup>1</sup>) *Comptes rendus*, t. CIX, p. 187.

seuls, ou avec des acides, ou encore avec du sodium, se transforment en camphols  $\alpha$ , dont l'action sur la lumière polarisée se manifeste dans un sens opposé. Cette instabilité des isobornéols rend l'étude de certains de leurs dérivés fort difficile; car, pour peu qu'on soit obligé de faire intervenir la chaleur pour la préparation de ces dérivés, on s'expose à avoir un mélange d'isomères.

» Parmi les nombreux composés qui se rattachent aux bornéols, j'en ai donc choisi un dont la préparation n'exige point le concours de la chaleur : c'est la bornylphényluréthane. Ce composé a été préparé, pour la première fois, par M. R. Leuckart (1) en partant d'un camphol dont il ne donne ni l'origine, ni le pouvoir rotatoire.

» La bornylphényluréthane prend naissance quand on mélange molécules égales de camphol et d'isocyanate de phényle



» La réaction se fait peu à peu à froid, et l'on obtient finalement une masse dure et compacte qu'il suffit de faire cristalliser dans l'alcool.

» Les bornylphényluréthanes se présentent, en général, sous la forme de fines aiguilles blanches, solubles dans l'éther, la benzine, le toluène, peu solubles dans l'alcool froid et dans l'éther de pétrole.

» Le point de fusion varie avec la catégorie des bornéols employés.

» On a préparé, par la méthode directe, le dérivé correspondant aux deux camphols  $\alpha$  droit et gauche, ainsi que celui qui se rattache à l'isocamphol gauche. Le racémique dérivé de ces deux bornéols  $\alpha$ , et que nous désignerons par *racémique*  $\bar{\alpha}\alpha^+$ , a été obtenu en mélangeant les uréthanes droite et gauche  $\alpha$ , et aussi par action directe du carbanile sur le camphol racémique  $\bar{\alpha}\alpha^+$ .

» Les bornylphényluréthanes dérivées des camphols inactifs  $\alpha\beta^+$  et  $\bar{\alpha}\beta^+$  (mélanges de camphols droit  $\alpha$  ou gauche  $\alpha$  avec un isocamphol  $\beta$  gauche ou droit) ont été également préparés directement.

» Les pouvoirs rotatoires de tous ces isomères ont été déterminés avec des solutions dans le toluène (1<sup>lit</sup> égale  $\frac{1}{5}$  de molécule).

---

(1) *Deut. Chem. Ges.*, t. XX, p. 115.

» Les nombres obtenus, ainsi que les points de fusion, se trouvent inscrits dans le Tableau suivant :

|  | Point de fusion. | Pouvoir rotatoire moléculaire. |
|--|------------------|--------------------------------|
| I. Bornylphényluréthane droite $\alpha$ .....                              | 137,75           | $[\alpha]_D = +34,22$          |
| II. » gauche $\alpha$ .....  | 137,25           | $[\alpha]_D = -34,79$          |
| III. » gauche $\beta$ .....  | 130,05           | $[\alpha]_D = -56,77$          |
| IV. » racémique $\alpha\alpha$ .....                                       | 140,00           | 0                              |
| La même obtenue en mélangeant I et II .....                                | 140,00           | 0                              |
| V. Bornylphényluréthane provenant d'un camphol inactif $\alpha\beta$ ..... | 133,00           | $[\alpha]_D = -7,50$           |
| VI. » » » $\alpha\beta$ .....  | 132,60           | $[\alpha]_D = +7,32$           |

» Ces chiffres montrent : 1° que les points de fusion et les pouvoirs rotatoires de chaque paire de dérivés analogues sont à peu de chose près les mêmes; 2° que le pouvoir rotatoire de la bornylphényluréthane gauche  $\beta$  est supérieur à celui des isomères  $\alpha$ ; 3° que les uréthanes dérivées des inactifs  $\alpha\beta$  et  $\alpha\beta$ , au lieu d'être inactives, sont actives, ce qui confirme l'activité plus grande des bornylphényluréthanes  $\beta$ .

» Il était en outre intéressant de s'assurer si, à l'instar de l'isocamphol gauche  $\beta$ , son dérivé, la phényluréthane, éprouve un changement dans son pouvoir rotatoire moléculaire, lorsqu'on varie la nature du dissolvant. On a donc déterminé le pouvoir rotatoire de ce dérivé dans l'alcool, et l'on a constaté qu'il était identiquement le même que dans le toluène, comme l'indiquent les nombres trouvés. Nous mettons en regard les chiffres obtenus, dans les mêmes dissolvants, avec l'isocamphol gauche ou bornéol gauche  $\beta$  :

|  | Dans l'alcool.        | Dans le toluène.      |
|--|-----------------------|-----------------------|
| Bornéol gauche $\beta$ .....           | $[\alpha]_D = -33,11$ | $[\alpha]_D = -20,99$ |
| $\beta$ bornylphényluréthane gauche .. | $[\alpha]_D = -56,77$ | $[\alpha]_D = -56,77$ |

» Ces faits semblent prouver d'une façon péremptoire que, dans les iso-

camphols, c'est le groupe fonctionnel asymétrique  $\equiv \text{C} \cdot \overset{\text{H}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}} - \text{CH}_2$  qui subit

l'action des différents dissolvants, action qui a pour effet de déterminer une variation du pouvoir rotatoire de la molécule quand celle-ci n'est pas entrée en combinaison.

» Engage-t-on au contraire cette fonction dans une nouvelle combinai-

son, l'immobilise-t-on de la sorte, pour ainsi dire, le corps nouveau jouit d'une certaine immunité par rapport aux différents dissolvants.

» Cette propriété que possèdent certains isomères stéréochimiques, de prendre un pouvoir rotatoire variable suivant les conditions de milieu, et de fournir en outre des dérivés dont la rotation s'écarte de celle que possèdent leurs isomères, permettra, je l'espère, de déceler plus facilement leur présence en cas de mélange.

» J'espère aussi que les recherches que je viens d'exposer trouveront leur application dans d'autres cas, et en particulier, dans le cas des acides camphorique et isocamphorique de M. Friedel.

» Je continue l'étude des isocamphols et je me propose de trouver d'autres dérivés venant confirmer les faits établis dans cette Note. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'action physiologique de l'acide sélénieux*. Note de MM. C. CHABRIÉ et L. LAPICQUE, présentée par M. Bouchard.

« Les analogies du soufre et du sélénium, qui sont si frappantes lorsqu'on considère leurs composés minéraux, comme l'ont montré Berzélius en 1818 et Dumas (1) en 1827, sont déjà moins parfaites lorsque l'on compare les dérivés organiques de ces deux métalloïdes. On sait, en effet, que les sulfures organiques donnent des oxydes neutres, tandis que les oxydes des sélénieux de la série grasse sont fortement basiques. Pourtant, M. Cahours (2), dans ses recherches sur les sulfines, a montré que les sulfures et sélénieux de méthyle se comportent de la même manière vis-à-vis des iodures alcooliques.

» L'étude de ces analogies et de ces dissemblances a été poursuivie par l'un de nous (3) dans un travail sur les produits aromatiques sélénés; et il nous a semblé que, pour compléter l'étude de ce parallélisme des propriétés chimiques des dérivés du soufre et du sélénium, il serait intéressant de comparer leur action physiologique. Il était naturel de continuer l'étude des réactions des composés minéraux du sélénium sur les corps aromati-

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3<sup>e</sup> série, t. LV, p. 185.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 5<sup>e</sup> série, t. X, p. 51.

(3) *Comptes rendus*, séances des 29 juillet et 7 octobre 1889, et *Bulletin de la Société chimique de Paris*, 1888 et 1889.

ques par celle de ces composés sur les organismes. On peut, en effet, supposer que la toxicité d'un produit soit due en grande partie aux altérations auxquelles il peut donner lieu dans les matières albuminoïdes qui constituent essentiellement la substance de l'être vivant; et l'on sait, depuis les importantes recherches de MM. Schützenberger (1) et A. Gautier (2), qu'on peut considérer ces substances comme un noyau appartenant à une série cyclique hexagonale.

» Nous avons commencé par l'étude de l'action physiologique de l'acide sélénieux. Nous avons partagé notre travail en deux parties, selon que nos expériences portaient sur les fermentations ou sur les animaux supérieurs.

» I. L'un de nous a montré (3) que l'acide sélénieux est réduit par une solution de glucose contenant de la levure de bière, alors que la solution privée de cette levure ne le réduisait pas.

» Pour étudier cette action sur les fermentations, nous avons pris une série de 7 flacons, renfermant chacun 100<sup>cc</sup> de bouillon de bœuf. Les échantillons n<sup>os</sup> 1, 2, 3, 4 et 5 ont reçu des quantités d'acide sélénieux (pesé à l'état d'anhydride), respectivement égales à 0<sup>gr</sup>,01, 0<sup>gr</sup>,02, 0<sup>gr</sup>,05, 0<sup>gr</sup>,10 et 0<sup>gr</sup>,20; les n<sup>os</sup> 6 et 7 étaient réservés comme témoins.

» Après être restés quatre jours à la température du laboratoire (environ 25°), les deux témoins étaient en pleine putréfaction; les échantillons de 1 à 4 étaient troubles et offraient une coloration rouge; le n<sup>o</sup> 4 n'était pas même teinté dans toute sa masse; on distinguait nettement dans le liquide des colonies qui seules étaient rouges. Enfin, le n<sup>o</sup> 5 ne présentait que quelques petites colonies non teintées.

» Cette expérience montre : 1<sup>o</sup> qu'il faut une dose d'acide sélénieux un peu supérieure à 2 millièmes pour empêcher la fermentation du bouillon sous l'action des microbes vulgaires de l'air; 2<sup>o</sup> qu'avec des doses moindres cette fermentation s'établit et qu'alors l'acide sélénieux est réduit. Cette réduction se fait au contact même des micro-organismes.

» II. Les sulfites injectés dans le sang d'un animal se transforment en sulfates qui ne possèdent aucune action toxique. Les sélénites ne s'oxydent pas dans ces conditions, et l'on voit qu'en réalité les sels introduits dans l'organisme ne sont plus les mêmes. Mais, comme précisément l'acide sélénieux se différencie chimiquement de l'acide sulfureux parce qu'il n'a

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 5<sup>e</sup> série, t. XVI, p. 289.

(2) *Bulletin de la Société chimique*, t. XLIII, p. 596.

(3) *Bulletin de la Société chimique*, t. L, p. 133.

pas, comme lui, la propriété réductrice, les conséquences physiologiques de ce fait étaient intéressantes à connaître.

» Sur les animaux supérieurs, nous avons trouvé que l'acide sélénieux possède un pouvoir toxique considérable.

» Nos expériences ont été faites avec une solution aqueuse d'acide sélénieux exactement neutralisé par la soude. Les chiens meurent quand ils en ont reçu 3<sup>me</sup> pour 1<sup>kg</sup> de poids corporel.

» Les lésions observées à l'autopsie consistent dans une congestion intense de tous les viscères; les poumons, violacés, surnagent à peine si on les met dans l'eau; l'intestin est couvert de taches ecchymotiques. Pendant l'intoxication, on observe des vomissements et des défécations.

» La pression sanguine (étudiée au moyen du manomètre enregistreur de M. François Franck) présente une baisse régulière et continue, qui est vraisemblablement en rapport avec la congestion viscérale. La respiration, enregistrée par un pneumographe, affecte le type de Cheyne-Stokes.

» Le cœur s'arrête en systole ou en trémulation.

» Le phénomène le plus remarquable consiste dans une sécrétion bronchique très abondante. Un de nos animaux, pesant 10<sup>kg</sup>,500, a rendu, en vingt-cinq minutes, par sa canule trachéale, 180<sup>cc</sup> d'un liquide limpide, légèrement teinté de rose, qui s'est spontanément coagulé à l'air.

» L'analyse chimique n'a fait constater aucune trace de sélénium dans le liquide.

» Le sélénite de soude a donc essentiellement une action irritante. Rabuteau avait signalé ce fait; il l'attribuait à la formation dans le sang d'une masse de cristaux aciculaires qu'il dit avoir observés dans tous les organes. Nous avons cherché avec beaucoup de soin ces cristaux, nous ne les avons trouvés dans aucune de nos expériences. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur le quatrième orifice palléal des Pélécy-podes.*  
Note de M. PAUL PELSENER.

« I. Il existe un grand nombre de Pélécy-podes ou Lamellibranches chez lesquels le manteau est très fermé, par suite de la soudure de ses lobes en deux points. Cette double soudure laisse alors subsister trois orifices distincts, faisant communiquer la chambre palléale avec l'extérieur : orifices pédieux, branchial et anal (1).

---

(1) Il n'est pas question ici de l'orifice dorsal postérieur (*supra-anal*) des Unionides, que je présume être la partie la plus dorsale de l'orifice anal primitif, séparée du reste de cette ouverture par le muscle adducteur postérieur.



» Chez certains de ces Pélécy-podes « triformés », il existe en outre, dans la ligne de soudure, souvent fort longue, qui sépare les orifices pédieux et branchial, un quatrième orifice *très petit*. Les espèces chez lesquelles ce « quatrième orifice » a été signalé appartiennent, comme je l'ai indiqué autrefois (1), aux genres *Solen*, *Lutraria*, *Glycimeris* (*Panopæa*), *Myochama*, *Chamostrea*, *Cochlodesma*, *Thracia*, *Pholadomya* et *Aspergillum*.

» La fonction physiologique de ce quatrième orifice n'a pas été clairement élucidée. On a cependant supposé (2) qu'il pouvait servir à l'introduction de l'eau, quand les siphons ou les orifices siphonaux sont contractés.

» Mais, pour ce qui concerne l'origine morphologique, aucune explication n'a été donnée.

» II. Une forme de Pélécy-pode, appartenant aux doubles du Muséum, que j'ai pu examiner grâce à l'obligeance de M. le professeur Edm. Perrier, me permet d'expliquer cette origine. Il s'agit du *Lyonsia norvegica* (provenance : Saint-Vaast-la-Hougue).

» Dans le spécimen étudié, le manteau présentait, comme chez les genres énumérés plus haut, quatre orifices distincts :

» 1 et 2, en arrière, les deux orifices anal et branchial, accolés.

» 3, ventralement et en avant, un large orifice circulaire, présentant un prolongement annulaire intérieur, analogue à un court siphon invaginé ;

» 4, tout en avant contre le muscle adducteur antérieur, un orifice en forme de fente, plus petit et plus étroit que le précédent, et situé en regard de l'extrémité antérieure du pied, lequel est très réduit comme organe locomoteur.

» Si maintenant on compare les *Lyonsia* aux autres genres cités précédemment, on verra que le « quatrième » orifice (le deuxième à partir de l'extrémité céphalique) est, chez le premier, *grand et largement ouvert*, tandis que, chez les autres, il n'est qu'un *petit trou* d'un diamètre très minime.

» D'autre part, en dehors des *Lyonsia*, toutes les espèces présentant un « quatrième » orifice, entre le pédieux et le branchial, possèdent un appareil byssogène *rudimentaire ou tout à fait atrophié et manquent de byssus*. Au contraire, chez les *Lyonsia*, l'appareil byssogène présente un *développement considérable* et sécrète un *épais tronc de byssus*.

---

(1) PELSENER, *Bull. Mus. Roy. Hist. Nat. Belg.*, t. IV, p. 130.

(2) DESHAYES, *Histoire naturelle des Mollusques (Exploration de l'Algérie)*, p. 287.

» Je suis donc porté à croire :

» 1° Que, chez les Pélécy-podes à manteau quadriforé, il y a un rapport entre le développement du « quatrième » orifice palléal et celui de l'appareil byssogène.

» 2° Que, dans certaines formes de Pélécy-podes à manteau très fermé, à pied réduit comme organe locomoteur, mais à byssus considérablement développé, l'orifice pédieux primitif s'est subdivisé en deux ouvertures secondaires : l'antérieure restant une ouverture pédieuse, l'autre servant exclusivement au passage du byssus. Telle est la disposition observée chez le *Lyonsia* étudié.

» 3° Que, dans des Pélécy-podes quadriforés, descendant vraisemblablement de formes organisées de cette dernière façon, l'appareil byssogène s'est atrophié et l'orifice palléal du byssus l'a suivi dans sa régression; il s'est alors réduit au petit trou qui se trouve précisément (¹) à la place de l'orifice byssal des *Lyonsia* et en regard de l'endroit où existe normalement l'appareil byssogène des Pélécy-podes.

» Comme conclusion, on peut dire que le quatrième orifice palléal des Pélécy-podes énumérés au commencement de cette Note est le reste d'une ouverture qui servait exclusivement au passage du byssus. »

BOTANIQUE CRYPTOGAMIQUE. — *Sur le développement du Pourridié de la Vigne et des arbres fruitiers.* Note de M. PIERRE VIALA, présentée par M. Duchartre.

« La maladie de la Vigne et des arbres fruitiers, connue sous le nom de *Pourridié*, est due à divers Champignons hypogés qui vivent en parasites sur les racines; le *Dematophora necatrix* est le plus commun et le plus important par ses dégâts. Le mycélium de ce Champignon entoure les organes attaqués de masses floconneuses blanches ou brunes, qui se condensent par places en cordons rhizomorphiques noirs (*Rhizomorpha fragilis*, var. *subterranea*); il forme, sous l'écorce, des plaques feutrées blanches (*Rh. fragilis*, var. *subcorticalis*) de filaments qui pénètrent dans les rayons médullaires et dans le bois, qu'ils désorganisent. Le développement des diverses formes du mycélium dépend de la nature du milieu et surtout

---

(¹) Sauf chez le *Thracia convexa*, où il est situé plus en arrière, et assez près de l'orifice branchial.

de l'état d'humidité du sol. Nous avons cultivé ce mycélium dans des milieux liquides non aérés et nous avons obtenu la formation de chlamydo-spores sur les renflements en poire, simples ou doubles, qui existent au niveau des cloisons et qui sont caractéristiques des filaments mycéliens de cette espèce.

» Le *D. necatrix* produit des fructifications conidifères seulement sur les organes qu'il a détruits et sur lesquels il vit en saprophyte. Ces fructifications, en forme de houppes, poussent en grand nombre dans les sols frais ou humides. Elles se forment encore, au niveau du sol, sur des Vignes et sur des Cerisiers mis en culture depuis sept ans.

» J'ai pu, dans des recherches poursuivies depuis 1882, obtenir, en variant les milieux de culture, la production des périthèces qui n'avaient jamais été signalés pour le *D. necatrix*. Les fruits de ce Champignon ne se développent que sur les Vignes et les arbres fruitiers tués depuis longtemps et décomposés; on ne les observe que dans des sols desséchés lentement, et ils mettent à se former au moins six mois à partir du moment où cesse la production des conidiophores.

» Les périthèces poussent, entremêlés avec les houppes conidifères, soit sur des sclérotés, soit sur le mycélium; ils forment, par leur agglomération sur le tronc des Vignes ou des arbres, une couronne de petites sphères au niveau du sol et jusqu'à 5<sup>cm</sup> ou 6<sup>cm</sup> au-dessous de la surface.

» Les fruits, très durs, d'un brun foncé, sont à peu près sphériques; ils ont 2<sup>mm</sup> de diamètre et s'insèrent par un court pédicelle (0<sup>mm</sup>, 25), sur lequel sont fixés parfois les houppes conidifères et le mycélium renflé. Ils sont complètement clos; leur enveloppe épaisse ne possède ni ornements ni orifice à la surface. A l'intérieur, les périthèces présentent, en continuité avec l'enveloppe externe, une couche dense de filaments blancs enchevêtrés et soudés. De cette seconde membrane partent, sur tout le pourtour, un très grand nombre de filaments mycéliens cloisonnés, minces et hyalins, d'abord à peu près parallèles, bientôt ramifiés, anastomosés et distribués dans tous les sens. Ils sont parsemés de nombreuses gouttelettes réfringentes et remplissent complètement la cavité du fruit d'un tissu transparent et condensé, homologue de celui des Tubéracées. Au milieu de ce tissu sont plongés, en direction rayonnante, les asques parfois peu nombreux.

» Les asques sont filiformes, allongés, à membrane peu épaisse et hyaline; ils sont surmontés, à leur sommet libre, d'une chambre à air isolée par une cloison et qui a 28  $\mu$  de hauteur sur 10  $\mu$  de diamètre, les asques

ayant 9  $\mu$  d'épaisseur. Cette chambre forme calotte; elle est entourée d'une membrane plus épaisse que celle de l'asque.

» Les sporidies, au nombre constant de huit, se développent lentement dans l'asque, dont elles remplissent la cavité; elles restent longtemps incolores, granuleuses et pourvues de deux à cinq grosses gouttelettes réfringentes. Quand elles sont mûres, elles sont en forme de navette arquée et bombée sur une face; leur contenu paraît homogène; elles ont une double membrane lisse et d'un noir foncé à l'extérieur; leur longueur est de 40  $\mu$  et leur diamètre au centre de 7  $\mu$ .

» Le tissu intérieur du fruit et la membrane délicate des asques finissent par se résorber entièrement, et les sporidies forment une poussière noire dans la cavité du périthèce toujours clos. Je n'ai pu obtenir la germination de ces sporidies. Le cycle du développement des formes de reproduction du *D. necatrix* est ainsi complet.

» La constitution bien spéciale des périthèces du *Dematophora necatrix* classe ce Champignon dans le groupe des Tubéracées, où il forme un genre nouveau auquel nous maintenons son nom. C'est la première Tubéracée connue comme réellement parasite à une période de son développement; les fructifications conidifères et surtout les périthèces ne se produisent que dans des conditions de milieu déterminées et lorsque le Champignon vit à l'état de saprophyte sur les organes qu'il a tués. C'est aussi la première Tubéracée dont on connaisse les conidiophores, et il y a là une indication pour la recherche des formes conidifères des autres Tubéracées. »

GÉOLOGIE. — *La géologie de l'île Mételin*. Note de M. L. DE LAUNAY, présentée par M. Fouqué.

« L'île de Mételin (antique Lesbos) est située au nord de Smyrne sur la côte d'Asie-Mineure. Pendant les mois d'avril et de mai 1887, nous l'avons visitée pour en dresser la Carte géologique; depuis notre retour, nous avons étudié au microscope les diverses roches que nous en avons rapportées: nous voudrions exposer ici les principaux résultats de ce travail (').

---

(') Notre Mémoire détaillé doit paraître prochainement dans les *Archives des Missions scientifiques et littéraires*, t. XVI.

» Les éléments géologiques que l'on rencontre à Mételin sont les suivants :

- » 1° *Schistes métamorphiques* (ou micaschistes) avec marbres intercalés ;
- » 2° *Roches éruptives*. — Trachytes rhyolithiques, andésites avec obsidiennes et conglomérats andésitiques, labradorites, basaltes, péridotites, serpentines, etc.... ;
- » 3° *Terrains sédimentaires*. — Calcaire miocène lacustre avec bancs de lignite, sables et poudingues probablement pliocènes, alluvions anciennes et récentes.

» Si l'on cherche d'abord quelles sont l'allure générale et la disposition géographique de ces trois séries de formations, on voit que l'ossature primitive de l'île a été formée par les schistes métamorphiques et marbres auxquels un plissement ancien a imprimé une direction du nord-nord-est au sud-sud-ouest. Ces schistes et marbres constituent à l'est de l'île une large bande comprise entre deux droites du nord-nord-est au sud-sud-ouest passant, l'une à 2<sup>km</sup> à l'est de la ville de Mételin, capitale de l'île, l'autre un peu à l'ouest du mont Olympe, sommet le plus élevé du pays. Les marbres blancs y sont très abondants et composent, en particulier, tout le sommet du mont Olympe.

» A l'est et à l'ouest sont adossées à cette première bande deux zones parallèles de péridotites et serpentines situées, l'une à la pointe extrême vers l'est (cap Malea ou Zeitin), l'autre entre le mont Olympe et le golfe de Kalloni. Ces péridotites, qui présentent de très beaux types pétrographiques, nous ont paru, en raison de leur situation stratigraphique et de leur structure, devoir être rattachées aux terrains anciens.

» Toute la partie ouest de l'île est couverte par les roches éruptives tertiaires à texture microlithique et par les conglomérats très abondants qui leur sont associés. Ces conglomérats, disposés par bancs stratifiés, à blocs généralement anguleux et contenant souvent des débris de bois silicifié, plongent dans toute une importante région à partir du mont Orthymnos.

» Enfin les terrains sédimentaires sont réduits à deux étroites bandes de calcaire lacustre miocène, l'une sur la côte est autour de Mételin, l'autre sur la côte nord-ouest vers la pointe Orthymnos, et à quelques alluvions sans importance.

» Au point de vue pétrographique, nous rencontrons deux séries bien distinctes de roches éruptives, les unes à texture cristalline, les autres à texture microlithique.

» La première série comprend des péridotites à enstatite et parfois à pyroxène (lherzolites) et des serpentines qui en dérivent.

» Les péridotites se composent à peu près uniquement de péridot et

d'enstatite passant parfois à la bastite. Quelques échantillons contiennent un peu de pyroxène et un minéral que nous avons considéré comme du diallage; la picotite y est fréquente; un amas important de fer chromé se trouve au milieu de la serpentine.

» Dans la série des roches à texture microlithique nous avons été amené à distinguer les groupes suivants :

» A. *Trachytes rhyolithiques* pouvant être eux-mêmes, soit à sphérolithes calcédonieux, soit à sphérolithes d'orthose. L'absence de cristaux de quartz bipyramidé et de véritables sphérolithes pétrosiliceux, ainsi que la proportion relativement faible de silice contenue, distinguent les plus acides de ces roches des véritables rhyolithes. Des obsidiennes les accompagnent fréquemment.

» B. *Trachy-andésites à mica noir et amphibole.*

» C. *Andésites à mica noir et hornblende.*

» D. *Andésites à pyroxène et mica noir.*

» E. *Andésites à pyroxène et hornblende*; parfois à hornblende seule.

» F. *Trachy-andésites à pyroxène, mica noir et hornblende.*

» G. *Andésites*, parfois augitiques, à pyroxène et péridot accessoire.

» H. *Andési-labradorites (parfois augitiques) à pyroxène et mica noir.*

» I. *Labradorites (souvent augitiques) à pyroxène, mica noir et péridot accessoire.*

» K. *Basaltes labradoriques.*

» Nous ferons remarquer, dans cette série, l'abondance du mica noir et le rapprochement fréquent de roches contenant de l'augite du second temps de consolidation avec des roches de même composition qui n'en renferment pas.

» Stratigraphiquement, celles de ces roches dont on peut apprécier les relations d'âge se sont succédé dans l'ordre suivant :

» 1° Trachytes rhyolithiques, type A;

» 2° Obsidiennes, brèches et cinérites;

» 3° Andésites à pyroxène et mica noir (d'Agia Paraskéri), type D;

» 4° Andésites de Tirana et du mont Tavros, type D;

» 5° Andésites à pyroxène et hornblende (d'Agra), type E;

» 6° Labradorites à pyroxène, mica noir et peut-être péridot (de Paraquila), type I;

» 7° Basaltes des environs de Mételin recoupant le calcaire lacustre miocène, type K.

» Il est assez frappant que cette classification stratigraphique concorde aussi complètement avec la classification pétrographique précédente, fondée principalement sur la nature des feldspaths microlithiques, c'est-à-dire sur le degré d'acidité de la pâte. On doit en conclure que la basicité

des coulées a été ici sans cesse en croissant avec le temps. Or on sait que, tout au contraire, en Auvergne, les travaux de MM. Fouqué et Michel Lévy ont mis nettement en évidence l'existence de deux séries récurrentes, d'un retour acide après les premiers basaltes. S'il est permis d'établir quelque assimilation entre ces deux régions, il peut sembler ici que nous ayons seulement affaire à l'une de ces deux séries, qui nous paraît être la seconde ou la plus jeune. Cette considération est un des motifs qui nous portent à considérer les éruptions de Mételin comme très récentes; elles seraient, d'après nous, au moins miocènes, peut-être pliocènes et contemporaines sans doute du mouvement de dislocation qui a déterminé la formation de la mer Égée dans une région où il n'y avait précédemment qu'une grande plaine marécageuse avec des lacs peu profonds. »

M. LE GUEN adresse une Note relative à un nouveau télégraphe imprimant.

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

---

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

---

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 20 JANVIER 1890.

*Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844*, publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie. Tomes LVI, LVII et LVIII. Paris, Imprimerie nationale, 1889; 3 vol. in-4°.

*Table par ordre alphabétique des inventeurs*. Année 1884. Tome LIII. Paris, Imprimerie nationale, 1889; br. in-4°.

*Herbier des Hépatiques de France*. Fascicule VIII (nos 176-200), publié par ARNELL, BERNET, DUSÉN, HY, JACK, TOLF. T. Husnot, à Cahan, par Athis (Orne).

*La vie du soldat au point de vue de l'hygiène*; par le D<sup>r</sup> E. RAVENEZ. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1889; 1 vol. in-16. (Deux exemplaires.) (Envoyé au concours Bellion.)

*Société des Sciences médicales de Gannat. — Compte rendu des travaux de l'année 1888-1889.* Paris, A. Delahaye et E. Lecrosnier, 1889; 1 vol. in-8°.

*Sur certains groupes fuchsien et sur une extension de la théorie des formes quadratiques; par M. X. STOUFF;* br. in-4°.

*Journal du Ciel.* Directeur : JOSEPH VINOT, 1889; 1 vol. in-4°.

*Traité élémentaire de l'énergie électrique; par E. HOSPITALIER.* Tome premier. Paris, G. Masson, 1890; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Schützenberger.)

*Guide pratique de l'amateur électricien pour la construction de tous les appareils électriques; par E. KEIGNART.* Paris, J. Michelet, 1890; 1 vol. in-18.

*Notices extraites de l'Annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles pour 1890; par F. FOLIE.* Bruxelles, F. Hayez, 1890; br. in-18.

*Note sur l'existence d'un gésier et sur sa structure dans la famille des Scolopendrides; par VICTOR WILLEM.* Bruxelles, F. Hayez, 1889; br. in-8°.

*Proceedings of the Royal Physical Society.* Session 1888-1889. Edinburgh, M<sup>r</sup> Farlane and Erskine, 1889; 1 vol. in-8°.

*Il teorema del parallelogramma delle forze dimostrato erroneo.* GIUSEPPE CASAZZA. Brescia, Savoldi, 1890; br. in-8°.

*Atti della reale Accademia delle Scienze fisiche e matematiche.* Serie seconda. Vol. III. Napoli, Tip. della reale Accademia, 1889; 1 vol. gr. in-4°.

*Monographs of the United States Geological Survey.* Volume XIII (BECKER : *Geology of the quicksiver deposits of the Pacific Slope*). Volume XIV (NEWBERRY : *Fossil fishes and fossil plants*). Washington, Government printing Office, 1888; 2 vol. in-4° et un atlas in-f°.

#### PUBLICATIONS PÉRIODIQUES.

*Nouvelles Annales de Mathématiques; par MM. BRISSE et ROCHE.* — *Marseille médical.* — *Journal de l'éclairage au gaz.* — *Journal du gaz et de l'électricité.* — *L'Éclairage.* — *Le Gaz.* — *Le Messager agricole* (Montpellier). — *Bulletin de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe.* — *Annales des maladies de l'oreille, du larynx, du nez et du pharynx.* — *Recueil de Médecine vétérinaire,* publié à l'École d'Alfort. — *Annales télégraphiques.* — *Statistique de Législation comparée* (*Bulletin du Ministère des Travaux publics*). — *Revue bibliographique universelle* (Polybiblion). — *Revue internationale des falsifications* (Amsterdam). — *British medical Journal.* — *The Observatory, a monthly review of Astronomy.* — *Bollettino mensuale pubbli-*



( 163 )

cato per cura dell' osservatorio centrale del real Collegio Carlo Alberto in Moncalieri. — *Bulletin of the United States Geological Survey.*

---

*ERRATA.*

---

(Séance du 23 décembre 1889.)

Note de M. *Wada*, Tremblement de terre de l'île Kiouhou, au Japon :

Tome CIX, page 978, ligne 2 en remontant, *au lieu de* 9<sup>h</sup> 40<sup>m</sup>, *lisez* 11<sup>h</sup> 40<sup>m</sup>.

Page 979, ligne 3, *au lieu de* 9<sup>h</sup> 43<sup>m</sup> 20<sup>s</sup>, *lisez* 11<sup>h</sup> 43<sup>m</sup> 20<sup>s</sup>.

(Séance du 13 janvier 1890.)

Observations de M. *Cornu*, relatives à la Communication de MM. *Ed. Sarasin* et *L. de la Rive* :

Page 75, 9<sup>e</sup> ligne en remontant, *au lieu de* électrique, *lisez* élastique; 6<sup>e</sup> ligne en remontant, *au lieu de* l'état oscillatoire de la charge électrique, *lisez* la périodicité apparente de l'état électrique.





# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

### DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 JANVIER 1890,

PRÉSIDENTE DE M. HERMITE.

#### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Des clasmatoctes*. Note de M. L. RANVIER.

« Je donne le nom de *clasmatoctes* (κλάσμα, ατος, fragment, et κύτος, cellule) à des éléments particuliers que l'on observe sans difficulté au microscope, à l'aide d'un grossissement moyen, dans les membranes connectives minces des Vertébrés, quand on les a préparées par le procédé suivant : la membrane (grand épiploon des Mammifères, mésentère des Batraciens anoures ou urodèles, etc.) étant convenablement tendue sur une lame de verre porte-objet, on laisse tomber à sa surface quelques gouttes d'une solution d'acide osmique à 1 pour 100. Au bout d'une à deux minutes, on lave à l'eau distillée et on colore avec le violet de méthyle BBBBB en solution étendue (1 partie de la solution concentrée pour 10 parties d'eau distillée).

• La coloration des éléments se produit facilement et rapidement, si l'action de l'acide osmique n'a pas été trop prolongée. Lorsque la coloration est suffisante, ce dont on juge en examinant à un faible grossissement, on recouvre d'une lamelle et l'on procède à l'examen avec un grossissement plus fort. On peut aussi ajouter de la glycérine pour rendre la préparation persistante, mais il se produit alors une diffusion de la matière colorante qui nuit à la netteté des détails.

• Il est préférable d'examiner la membrane placée dans la solution colorée ou dans l'eau qu'on lui a substituée.

• C'est chez les Urodèles (Triton crêté, Salamandre maculée, etc.) que les clasmatoctes ont les plus grandes dimensions et présentent les caractères spécifiques les plus accusés. Ils s'y montrent sous la forme de cellules fusiformes ou arborisées, dont la longueur peut atteindre 1<sup>mm</sup>. Ce sont des cellules colossales. Sous l'influence du violet de méthyle BBBBB, elles se sont colorées en violet tirant sur le rouge, et cette teinte est tellement vive que d'emblée elle attire l'attention sur ces singuliers éléments. Leurs noyaux sont colorés plus faiblement que leur protoplasma et revêtent une teinte bleuâtre. Leurs prolongements sont simples ou ramifiés: ils ne s'anastomosent pas pour former un reticulum, contrairement à ceux des cellules pigmentaires que l'on observe parfois à côté, dans le champ du microscope; ils ont un trajet plus ou moins sinueux et sont alternativement renflés et rétrécis (moniliformes). Les parties renflées ont un volume variable, sont irrégulières et contiennent des granulations fines, arrondies et pressées les unes contre les autres. Les parties rétrécies sont souvent très réduites et se voient alors seulement à un grossissement fort comme de minces filaments. Ceux-ci peuvent disparaître, de telle sorte que des portions de la cellule se sont détachées de son corps et sont devenues indépendantes. Ainsi se forment, dans le voisinage immédiat des clasmatoctes et surtout à l'extrémité de leurs prolongements, des îlots de granulations, de volume variable, répandues dans les mailles du tissu conjonctif. Cette sorte de sécrétion par effritement du protoplasma me paraît être le caractère essentiel des éléments qui nous occupent, et c'est pour cela que je les ai appelés *clasmatoctes*. Je proposerai de désigner sous le nom de *clasmatoctose* ce mode particulier de sécrétion.

• Chez les Batraciens anoures, les clasmatoctes ne sont ni aussi grands ni aussi ramifiés que chez les urodèles. Chez les Mammifères, les fusiformes sont les plus nombreux. Chez tous les animaux où je les ai examinés, j'ai vu leurs prolongements, quel qu'en soit le nombre, se terminer

par des bourgeons. J'ai vu également des bourgeons se former sur leurs parties latérales. Ces bourgeons se détachent, se fragmentent et produisent des grains.

» Le nombre des clasmatoctes est variable. Chez la Grenouille rousse (*R. temporaria*), dans une membrane extrêmement mince, qui entoure l'œsophage et qui sépare la cavité pleuropéritonéale d'un sac lymphatique périœsophagien, j'en ai compté une centaine par millimètre carré. Dans le grand épiploon du Lapin, il y en a bien davantage. J'estime que dans le tissu conjonctif des Mammifères ils sont au nombre de plusieurs milliers par millimètre cube. Ces chiffres approximatifs donnent une idée de l'importance de la clasmatose dans l'organisme des animaux à sang chaud. Chez les animaux à sang froid, surtout dans cette saison, son rôle semble beaucoup plus réduit.

» Si l'on examine au microscope, à l'état vivant, dans la chambre humide, tendu au moyen de l'anneau de platine (1), le mésentère du Triton crêté, on y voit des groupes de granulations disposées dans un ordre systématique et dont l'ensemble correspond à un clasmatoctes. On n'y observe aucun déplacement, aucun mouvement que l'on puisse qualifier d'amiboïde. Les clasmatoctes ne sont donc pas des cellules migratrices et cependant ils proviennent de cellules lymphatiques, de leucocytes, qui, après être sortis des vaisseaux sanguins, ont voyagé dans les interstices du tissu conjonctif. La comparaison des formes intermédiaires autorise à le dire.

» On peut, en effet, observer dans une même membrane, préparée suivant la méthode indiquée plus haut, reposant sur l'emploi de l'acide osmique et du violet de méthyle, des cellules toutes colorées également et d'une manière vive en violet tirant sur le rouge, ayant toutes les noyaux tortueux ou bosselés caractéristiques des cellules lymphatiques et ayant, les unes, la forme et les dimensions des leucocytes ordinaires; d'autres, une forme plus compliquée et un volume un peu plus considérable: d'autres, plus volumineuses encore, dont les prolongements plus ou moins nombreux, plus ou moins compliqués, les rapprochent des clasmatoctes. Ces derniers éléments sont donc des leucocytes ayant évolué dans une direc-

---

(1) *Traité technique d'Histologie*, 2<sup>e</sup> édition, p. 62. L'emploi de l'anneau de platine est particulièrement important dans cette expérience, parce que le mésentère des Batraciens urodèles contient un plexus de fibres musculaires lisses dont la contraction détermine le retrait de la membrane.

tion particulière. Autrement dit, les cellules embryonnaires des clasmato-  
cytes sont des leucocytes ( <sup>1</sup> ).

» Il ne faudrait pas croire pour cela que tous les leucocytes deviennent des clasmatocytes. On sait, en effet, que les leucocytes sortis du sang peuvent être entraînés par les produits de sécrétion et être ainsi perdus pour l'organisme. On sait également qu'ils peuvent rentrer dans le sang, après avoir parcouru le chemin compliqué que leur offre le système lymphatique. Ils peuvent ainsi subir au sein de l'organisme des modifications qui les éloignent encore davantage de leur type primitif que les clasmatocytes eux-mêmes. J'y reviendrai dans un autre travail.

» Si maintenant nous déterminons, au moyen du micromètre, le volume de la masse de protoplasma d'un leucocyte ordinaire et d'un clasmatocyte bien développé, chez le Triton crêté ou la Salamandre maculée, nous arrivons à des chiffres bien surprenants. Le protoplasma du clasmatocyte est au moins cent fois plus volumineux que celui du leucocyte. Par conséquent, le leucocyte, sorti des vaisseaux sanguins par diapédèse et établi dans les mailles du tissu conjonctif, s'y nourrit, s'y engraisse, émet des pseudopodes et subit l'évolution particulière qui en fait un clasmatocyte.

---

( <sup>1</sup> ) On doit se demander quel rapport existe entre les clasmatocytes, les *Plasmazellen* de Waldeyer et les *Mastzellen* d'Ehrlich. Waldeyer (*Arch. für mikr. Anat.*, t. 11, p. 176; 1875) a désigné sous le nom de *Plasmazellen* les cellules arrondies situées dans le voisinage des vaisseaux sanguins, les cellules interstitielles du testicule, les cellules des capsules surrénales, etc. Ehrlich [*Beiträge zur Kenntniss der granulierten Bindegewebszellen und der eosinophilen Leucocyten* (*Arch. für Anat. u. Physiol.*, 1879, Phys. Abth., p. 166)], ayant traité par les couleurs basiques d'aniline les cellules de Waldeyer, a reconnu qu'elles n'étaient pas toutes semblables. Certaines d'entre elles se coloraient seulement : ce sont ses cellules anilinophiles ou *Mastzellen*. Il les fait provenir des cellules fixes du tissu conjonctif. Raudnitz [*Beitrag zur Kenntniss der im Bindegewebe vorkommenden Zellen* (*Arch. für mikr. Anat.*, t. 22, p. 228; 1883)], ayant employé dans ses recherches le violet de méthyle B, a observé dans le tissu conjonctif des cellules qui se colorent en rouge sous l'influence de ce réactif et qu'il a considérées comme les *Mastzellen* d'Ehrlich. Il leur a trouvé différentes formes : elles seraient globuleuses, aplaties, avec des ailettes ou des prolongements. Il vit autour de quelques-unes d'entre elles des granulations semblables à celles qui étaient dans leur intérieur. Je ne peux donner ici à cet historique un plus grand développement ; mais, cependant, je dois faire remarquer que, si le dernier de ces auteurs avait étendu ses recherches aux membranes séreuses des Batraciens urodèles et si, avant de colorer les tissus, il les avait fixés par l'acide osmique, il eût sans doute reconnu l'origine lymphatique des clasmatocytes, leur caractère spécifique et leur effrètement.

pour abandonner par fragmentation, par effritement, une partie de sa substance qui très probablement est utilisée par l'organisme. J'ai institué, pour contrôler cette hypothèse, des expériences dont je ferai plus tard l'objet d'une nouvelle Communication. »

GÉOMÉTRIE. — *Note sur le théorème d'Euler dans la théorie des polyèdres :*  
par M. DE JONQUIÈRES.

« I. Dans l'étude de cette question il convient, après avoir invoqué les hautes autorités de Cauchy, de Poincot et de M. Camille Jordan (<sup>1</sup>), d'examiner les objections présentées par Lhuilier, dans un travail connu par l'analyse très détaillée qu'en a faite Gergonne au tome III des *Annales de Mathématiques* pour 1812 et 1813, pages 169 à 191.

» Ce géomètre estimé, après avoir donné du théorème d'Euler une démonstration générale, qui lui est propre (<sup>2</sup>), consacre la seconde Partie

(<sup>1</sup>) *Recherches sur les polyèdres*, par Camille Jordan (*Journal de Crelle-Borchardt*, t. 66, année 1866, p. 22). Cet important et profond Mémoire, dont la seconde Partie est insérée au tome 68 du même Recueil, a pour objet la détermination des conditions de similitude des *aspects directs* ou *rétrogrades*, d'un même polyèdre. Le savant auteur y donne (p. 38) une démonstration simple et générale du théorème d'Euler, fondée sur des considérations nouvelles, et la fait suivre de cette remarque : « Ce théorème est caractéristique des polyèdres *simples* ou *eulériens* (comme il les nomme), c'est-à-dire (p. 35) tels que tout *contour* fermé tracé sur leur surface et ne se traversant pas lui-même divise cette surface en deux régions séparées; catégorie qui enferme comme cas particulier les polyèdres convexes. » Puis il ajoute (p. 38) : « Il serait aisé de démontrer que si l'on peut tracer sur un polyèdre  $\lambda$  contours différents, ne se coupant pas mutuellement et ne divisant pas la surface en parties séparées, on aura  $S + H = A + 2 - 2\lambda$ . » Enfin M. Jordan donne plus loin (p. 86) cette autre définition des polyèdres simples : « Une *surface* sera dite *d'espèce*  $(m, n)$  si elle est limitée par  $m$  contours fermés et si l'on peut, d'autre part, y tracer  $n$  contours fermés ne se coupant pas eux-mêmes ni mutuellement, sans la partager en deux régions distinctes, etc. En posant  $m = 0$  et faisant varier  $n$ , on aura les diverses espèces de *polyèdres* fermés. Les polyèdres de l'espèce  $(0, 0)$  ne sont autres que ceux que j'ai appelés précédemment *simples* ou *eulériens*. » C'est là sans doute que se trouve le dernier mot de la question.

(<sup>2</sup>) Gergonne dit à ce sujet : « Quelque simple que soit cette démonstration, on lui préférera peut-être encore, avec raison, la belle démonstration de M. Cauchy, qui a le précieux avantage de ne supposer nullement que le polyèdre soit convexe. » (*Loc. cit.* p. 179.)

du Mémoire à la discussion des exceptions que, selon lui, souffre cette proposition. Il dit dans son Introduction :

» Je me propose principalement de montrer que ce théorème souffre des exceptions nombreuses, et qu'il n'est vrai, d'une manière générale, que pour les polyèdres qui n'ont point de parties rentrantes..., ceux qu'on a coutume de considérer principalement dans les éléments.... A moins donc qu'on n'avertisse (ainsi que le fait Legendre) qu'on s'occupe exclusivement des polyèdres convexes, on s'expose à donner comme générales des conclusions qui ne sont applicables qu'au point de vue particulier sous lequel on a envisagé le sujet. (*Loc. cit.*, p. 171.)

» II. Les cas d'exception proposés par Lhuilier sont au nombre de trois: ils diffèrent d'ailleurs des deux que j'ai fait connaître dans ma Communication du 20 janvier dernier (*Comptes rendus*, t. CX, p. 110). Les voici dans l'ordre où il les présente, avec la réponse que chacun d'eux me paraît comporter :

» 1° La première sorte d'exception a lieu lorsque le polyèdre renferme une cavité intérieure. c'est-à-dire lorsqu'il est compris entre deux surfaces isolées et entièrement renfermées l'une dans l'autre; .... Dans un tel polyèdre, on a  $S + H = A + 4$ . S'il y a  $n$  cavités intérieures, on a  $S + H = A + 2(n + 1)$ . (*Loc. cit.*, p. 184.)

» A cette assertion, exacte en elle-même, on doit répondre qu'un tel système n'est pas proprement un polyèdre, mais bien l'ensemble de deux, ou de plusieurs polyèdres distincts, l'un plein, les autres vides, indépendants l'un de l'autre, n'ayant pas même en commun un point ou une droite. Un polyèdre, du moins au point de vue classique, ne mérite ce nom que si, avant tout, un point peut se mouvoir avec continuité sur sa surface; ce qui n'est pas ici le cas.

» Cette première exception peut donc être écartée, comme concernant un solide *singulier*, étranger à la catégorie des polyèdres ordinaires ou simples.

» 2° La seconde sorte d'exception a lieu lorsque le polyèdre est *annulaire*, c'est-à-dire lorsqu'étant d'ailleurs compris sous une surface unique, il a une ouverture qui le traverse de part en part (*loc. cit.*, p. 185); .... Dans un tel polyèdre, on a  $S + H = A$ . S'il y a  $n$  ouvertures pareilles, la formule est  $S + H = A - 2(n - 1)$ . (*Ibid.*, p. 186.)

» Le corps polyédrique dont il s'agit ici n'est point non plus un véritable polyèdre dans l'acception ordinaire du mot; car, si, par un point pris arbitrairement à l'intérieur de l'un des *tunnels* qui traversent le solide *de part en part*, on mène un plan quelconque, la section du solide par ce plan se composera toujours d'au moins deux polygones distincts, complè-



tement isolés l'un de l'autre; ce qui peut bien arriver dans un polyèdre ordinaire pour *certaines* positions du plan sécant, mais non pas pour *toutes*.

» Donc, ici encore, la conclusion, juste en elle-même, s'applique à un solide qu'on peut écarter par le même motif que ci-dessus.

» III. Reste la troisième objection qui est, aux yeux de Lhuilier et de Gergonne, la plus grave des trois, et qui porterait une sérieuse atteinte à la généralité de l'énoncé d'Euler, si elle était fondée; je vais prouver qu'elle ne l'est pas.

» En ce qui la concerne, Gergonne s'exprime ainsi :

» J'avais depuis longtemps remarqué ces deux premières sortes d'exceptions; mais M. Lhuilier est, je crois, le premier qui ait fait attention à la troisième; et elle devait d'autant plus facilement échapper à l'observation des géomètres, que les polyèdres auxquels elle est relative ne paraissent pas différer essentiellement de ceux que l'on est dans l'usage de considérer. Elle a lieu ... lorsque le polyèdre résulte de l'union de deux autres polyèdres, par deux faces inégales, dont la plus petite se trouve entièrement comprise dans la plus grande (*loc. cit.*, p. 186), ou de la répétition du même fait dans le polyèdre : « ... Dans un tel polyèdre, on a  $S + H = A + 2 + n$ ,  $n$  étant » le nombre des polygones, extérieurs les uns aux autres, mais tous ensemble intérieurs à celui qui joue le rôle de face enveloppante. » (*Ibid.*, p. 187.)

» D'après cette conclusion, la somme  $S + H$  pourrait, selon le cas, excéder  $A + 2$  d'un nombre  $n$  quelconque; ce qui ferait une brèche considérable à l'énoncé d'Euler.

» J'ai déjà, dans ma Note précitée, indiqué la manière de raisonner en pareil cas, en fournissant un exemple confirmatif. Il faut prouver ici, d'une façon générale, que la formule d'Euler s'applique à deux polyèdres soudés l'un à l'autre dans les conditions de l'énoncé, et, par suite, à autant de polyèdres qu'on voudra, unis ensemble de la même manière.

» Or la formule étant vraie pour chacun des deux polyèdres, considérés isolément, on aurait dans le système qu'ils forment ensemble, en les y supposant d'abord indépendants,  $S + H = A + 4$ . Il suffit donc de prouver que le fait de leur union intime, ou soudure, diminue de deux unités la différence  $(S + H) - A$ , et la réduit ainsi à 2. En effet, si l'on joint par des droites tous les sommets du polygone intérieur  $p$  (face de l'un  $\pi$  des deux polyèdres) aux sommets du polygone enveloppant  $P$  (face de l'autre polyèdre  $\Pi$ ), de telle sorte que la surface annulaire comprise entre  $p$  et  $P$  se trouve divisée en  $t$  triangles; puis, si l'on considère ces droites comme étant des arêtes (supplémentaires) du polyèdre  $\Pi$ , et ces triangles comme étant des faces (supplémentaires) de ce même polyèdre, on se trouvera avoir

remplacé la face unique P de celui-ci par l'ensemble du polygone  $p$  et des  $t$  triangles. D'autre part, le nombre des arêtes additionnelles est évidemment égal à  $t$ , tandis que le nombre des sommets n'a pas varié. Enfin la face  $p$ , considérée comme appartenant à  $\Pi$ , disparaît par le fait de sa soudure avec cette même face, regardée comme appartenant à  $\pi$ , et fait disparaître celle-ci du même coup. Donc, en définitive, H est devenu  $(H - 2) + t = H'$  et A est devenu  $A' = A + t$ ; d'où  $S + H' = A' + 2$ .

C. Q. F. D.

» Ainsi l'objection de Lhuilier, adoptée par Gergonne, tombe d'elle-même.

» Un raisonnement analogue s'applique d'ailleurs au cas où le polyèdre  $\pi$ , au lieu de constituer un accroissement ou relief pour le polyèdre  $\Pi$ , formerait une excavation dans ce dernier, pourvu qu'elle ne le traversât point de part en part, circonstance écartée ci-dessus (II, 2<sup>o</sup>), et par suite aussi au cas où il y aurait dans le polyèdre  $\Pi$  plusieurs excavations pareilles.

» IV. En résumé, l'énoncé d'Euler convient à tous les *polyèdres*, convexes ou non convexes, ceux-ci étant constitués soit par l'agrégation, face contre face (partielle ou non), de polyèdres convexes, soit par leur désagrégation soumise aux mêmes conditions, et il n'est en défaut que pour les polyèdres formés par la simple adhérence de polyèdres convexes soudés arête contre arête (partielle ou non), ou sommet contre sommet, ou bien pour ceux qui possèdent des *chambres* intérieures entièrement closes, ou encore des excavations à *double issue* les traversant de part en part, à la manière d'un tore polyédrique ou d'un tunnel de même nature.

» Il est aisé de voir que les deux derniers cas d'exception rentrent dans la définition d'après laquelle M. Jordan les exclut de la catégorie des polyèdres dits *simples* ou *eulériens*; quant aux deux premiers, on voit immédiatement, en prenant, par exemple (pour plus de simplicité), l'agrégat de deux tétraèdres, ou de deux cubes, soudés soit par une arête, soit par un sommet, qu'on a alors  $S + H = A + 3$ .

» V. Dans les considérations préliminaires de son Mémoire, Lhuilier, après avoir cité l'énoncé d'Euler, ajoute :

» Dans un premier travail (c'est le Mémoire de 1752-1753), l'auteur, n'ayant pu en trouver la démonstration, se contenta de l'exposer sur plusieurs solides d'espèces différentes, et il présenta comme probable, et comme fondée sur l'analogie seulement, la conclusion tirée de ces cas particuliers à la proposition générale. Dans un second travail sur le même sujet, l'auteur donne enfin la démonstration de sa proposition. Il

la tire de la possibilité de diminuer d'une unité le nombre des angles solides d'un polyèdre, etc. (*Loc. cit.*, p. 170.)

» Cette dernière indication, que je viens seulement de connaître, me permet de rectifier ma précédente assertion qu'Euler n'était pas revenu sur ce sujet postérieurement à 1752. Malheureusement, Lhuillier, qui donne la date et le lieu du premier Mémoire d'Euler, ne donne ni la date, ni le titre du second, ni le nom du Recueil où il se trouve. Je l'ai vainement cherché, avec soin et à deux reprises, dans les nombreux Volumes de la Bibliothèque de l'Institut, où se trouvent les diverses productions d'Euler, ainsi qu'une Table analytique très détaillée de ses travaux publiés tant de son vivant qu'après sa mort (1). Quoi qu'il en soit, l'affirmation de Lhuillier ne comporte aucun doute; il donne des détails sur le Mémoire et en cite même textuellement cette phrase :

» *Hic modus solidum quodcumque in pyramides resolvendi ad praesens institutum parum confert.* (*Ibid.*, p. 171.)

» Il est donc bien établi qu'Euler a donné, non seulement l'énoncé, mais encore la démonstration de sa fameuse relation. C'est ce qu'avaient dit Legendre dans la *Note* précitée de ses *Éléments*, et Poinsoy dans le Mémoire inséré aux *Comptes rendus*, t. XLVI, sans ajouter aucun autre renseignement qui permit de recourir à la démonstration de l'auteur.

» *Post-Scriptum.* — J'eusse désiré mettre à profit la lecture d'un grand Mémoire de M. Listing où, parmi beaucoup d'autres choses, l'auteur s'occupe à son tour de la relation d'Euler et au début duquel on voit cités les écrits de Legendre (1794), de Cauchy (1811), de Lhuillier (1812) et de Cayley (1861). C'est à M. Jordan que j'ai dû (le jour même où je venais de déposer la présente Communication à l'Académie) de connaître l'existence de cet important travail, qui n'occupe pas moins de 86 pages in-4°, avec deux planches gravées. Je suis donc contraint, pour le moment, d'en donner ici le titre seul avec les indications bibliographiques qui permettront aisément au lecteur d'y recourir : *Der Census räumlicher Complexe, oder Verallgemeinerung des Euler'schen Satzes von den Polyedern*, von Johann Benedict Listing (*Mémoires de la Société Royale de Göttingen*, 1862) [écrit en allemand].

» Quant à la *Note* (3 pages in-8°) de M. Cayley, que mentionne M. Listing, elle se trouve au tome XXI du *Philosophical Magazine* (1<sup>er</sup> semestre de 1861), p. 424. »

---

(1) Une seule pièce, mentionnée aux « Dissertations inédites », porte un titre qui peut faire supposer qu'on y trouverait le Mémoire en question, savoir : *Geometrica et spherica quaedam*; mais la pièce ne fait point partie des deux premiers Volumes in-folio, où l'on a publié, à Pétersbourg, en 1867, les *Opera minora* d'Euler.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les racines d'une équation algébrique.*

Note de M. A. CAYLEY.

« Soit  $f(u)$  une fonction rationnelle et entière avec des coefficients réels ou imaginaires, de l'ordre  $n$ ; en supposant que l'équation  $f'(u) = 0$ , de l'ordre  $n - 1$ , ait  $n - 1$  racines, je démontre que l'équation  $f(u) = 0$  aura  $n$  racines. Pour cela, soit  $f(u) = f(x + iy) = P + iQ$  : je suppose que  $c$  dénote une quantité positive donnée, et je considère la surface  $c - z = P^2 + Q^2$ , en attribuant à la coordonnée  $z$  des valeurs positives; c'est seulement pour avoir des maxima au lieu de minima, et pour faciliter ainsi l'exposition, que je prends cette surface au lieu de  $z = P^2 + Q^2$ . On peut donner à  $c$  une valeur si grande que la courbe  $c = P^2 + Q^2$  soit une courbe fermée qui ne se coupe pas, c'est-à-dire un contour simple : cela étant, on peut se figurer ce contour comme la ligne de rivage d'une île montagneuse; la valeur de  $z$  est au plus  $= c$ , et, en donnant à  $z$  une valeur plus petite,  $= b$ , on a le contour qui correspond à l'altitude  $b$  : évidemment, les contours qui correspondent à des altitudes différentes ne se coupent pas. Il s'agit de prouver que l'île a précisément  $n$  sommets, chacun de l'altitude  $c$ .

» J'écris

$$\frac{dP}{dx} = X, \quad \frac{dP}{dy} = Y;$$

donc

$$\frac{dQ}{dx} = -Y, \quad \frac{dQ}{dy} = X$$

et, de plus,

$$\frac{dX}{dx} = a, \quad \frac{dX}{dy} = \frac{dY}{dx} = h, \quad \frac{dY}{dy} = -a,$$

et de là

$$\begin{aligned} \frac{d^2P}{dx^2} &= a, & \frac{d^2Q}{dx^2} &= -h, \\ \frac{d^2P}{dx dy} &= h, & \frac{d^2Q}{dx dy} &= a, \\ \frac{d^2P}{dy^2} &= -a, & \frac{d^2Q}{dy^2} &= h. \end{aligned}$$

» Cela étant, nous avons

$$-\frac{1}{2} \frac{dz}{dx} = PX - QY, \quad -\frac{1}{2} \frac{dz}{dy} = PY + QX;$$

on aura un plan tangent horizontal pour  $P = 0$ ,  $Q = 0$ , ou pour  $X = 0$ ,  $Y = 0$ ; les valeurs  $P = 0$ ,  $Q = 0$ , appartiennent à la valeur  $c$  de  $z$  et correspondent à des sommets de montagne de cette altitude  $c$ ; les valeurs  $X = 0$ ,  $Y = 0$  correspondent à des sommets de col. En effet, nous avons

$$-\frac{1}{2} \frac{d^2 z}{dx^2} = Pa - Qh + X^2 + Y^2,$$

$$-\frac{1}{2} \frac{d^2 z}{dx dy} = Ph + Qa,$$

$$-\frac{1}{2} \frac{d^2 z}{dy^2} = -Pa + Qh + X^2 + Y^2;$$

donc

$$\begin{aligned} \frac{1}{4} \left[ \frac{d^2 z}{dx^2} \frac{d^2 z}{dy^2} - \left( \frac{d^2 z}{dx dy} \right)^2 \right] &= (X^2 + Y^2)^2 - (Pa - Qh)^2 - (Ph + Qa)^2 \\ &= (X^2 + Y^2)^2 - (P^2 + Q^2)(a^2 + h^2), \end{aligned}$$

valeur positive pour  $P = 0$ ,  $Q = 0$ ; négative pour  $X = 0$ ,  $Y = 0$ .

» A présent, nous avons  $f'(x + iy) = X - iY$ ; donc, en supposant que l'équation  $f'(x + iy) = 0$  ait  $n - 1$  racines, il y aura  $n - 1$  systèmes de valeurs réelles de  $x, y$  qui satisfont aux équations  $X = 0$ ,  $Y = 0$ ; pour chaque système, il y aura des valeurs déterminées de  $P, Q$  et de là aussi de  $z$ ; ces valeurs de  $z$  seront en général différentes. Ainsi il y aura dans l'île  $n - 1$  cols, dont les altitudes seront en général différentes : soient  $c_1, c_2, \dots, c_{n-1}$  ces altitudes, commençant avec la plus petite.

» Pour  $z = 0$ , nous avons un contour simple, et de même pour une valeur quelconque plus petite que  $c_1$ ; mais, pour  $z = c_1$ , nous avons un col; le contour est une courbe, figure de 8; en donnant à  $z$  une valeur un peu plus grande, le contour se divise en deux courbes fermées, ou bien contours simples, extérieurs l'un à l'autre. Pour  $z = c_2$ , nous avons encore un col; l'un des contours simples s'est changé en figure de 8, et, pour une valeur un peu plus grande, le contour se divise en trois contours simples, chacun extérieur aux autres. En continuant de cette manière, on a, pour  $c_{n-1}$ , le col le plus haut; le contour est composé de  $n - 2$  contours simples et d'une figure de 8; et, en donnant à  $z$  une valeur un peu plus grande, on obtient un contour composé de  $n$  contours simples, chacun extérieur aux autres. Enfin, en faisant croître  $z$ , chacun des contours simples doit se réduire à un point, c'est-à-dire qu'il doit y avoir précisément  $n$  sommets de montagne; mais il n'y a pas de sommet de montagne, sinon pour la valeur  $z = c$ ; donc il y a précisément  $n$  sommets de montagne, chacun de

l'altitude  $c$ . On suppose toujours que l'équation  $f(x + iy) = 0$  n'ait pas de racines égales, mais il peut bien arriver que deux ou plusieurs des valeurs  $c_1, c_2, \dots, c_n$  deviennent égales; la démonstration est très peu changée, en donnant à  $z$  une valeur un peu plus grande que celle qui correspond à l'altitude des cols d'altitude égale; le contour se divise toujours en contours simples, extérieurs chacun aux autres.

» Il va sans dire que cette démonstration repose sur les mêmes principes que celles de Gauss et Cauchy. »

### MÉMOIRES LUS.

ÉCONOMIE RURALE. — *Recherches sur la culture de la pomme de terre industrielle et fourragère*; par M. AIMÉ GIRARD ('). (Extrait par l'auteur.)

« Au cours de mes recherches sur la culture de la pomme de terre industrielle et fourragère, j'ai signalé une variété de cette plante qui, peu connue en France, est cependant remarquable entre toutes par son rendement en tubercules et par la richesse de ceux-ci en fécule.

» Tandis que la moyenne générale des rendements ne dépasse pas, dans notre pays, 7500<sup>kg</sup> à l'hectare, que les rendements de 15000<sup>kg</sup> et 18000<sup>kg</sup> y sont regardés comme excellents, cette variété, dite *Richter's Imperator*, peut, cultivée dans des conditions que j'ai précisées, fournir de 35000<sup>kg</sup> à 40000<sup>kg</sup> de tubercules riches à plus de 20 pour 100 de fécule anhydre.

» Après avoir, pendant trois ans, suivi, sur des surfaces de quelques ares, le développement de cette variété, j'en ai, en 1888, entrepris la culture en grand, et, malgré les conditions météorologiques défavorables de cette année, j'ai pu sur un hectare récolter, à la ferme de la Faisanderie, à Joinville-le-Pont, 33000<sup>kg</sup> de tubercules riches à 17,6 pour 100 de fécule anhydre.

» Bien fixé, dès lors, sur les qualités de cette variété, j'ai cherché, en 1889, à en propager la culture.

» D'une part, je l'ai, de nouveau, cultivée sur un hectare à Joinville-le-Pont, et, grâce aux conditions météorologiques excellentes de l'année 1889, j'ai de cette culture obtenu 39000<sup>kg</sup> de tubercules riches à 20,4

---

(') Cette Note a été lue à l'Académie dans la séance du 20 janvier.

pour 100, représentant par conséquent 7956<sup>kg</sup> de fécule anhydre, c'est-à-dire un poids de matière amylacée supérieur à la moyenne générale du poids de tubercules récoltés, en France, à l'hectare.

» D'autre part, j'ai été autorisé, par M. le Ministre de l'Agriculture à prélever, sur la récolte de la Ferme, 6000<sup>kg</sup> de plant sélectionné par mes soins, pour en confier la culture à une quarantaine d'agriculteurs, répartis sur divers points de la France.

» Les résultats que ceux-ci ont obtenus ont, en général, dépassé mes espérances ; quelques-uns cependant doivent être laissés de côté ; certains lots ont été répartis entre un trop grand nombre de personnes, et aucun renseignement précis n'a pu me parvenir ; d'autres ont été cultivés dans des terres de jardin et ont fourni des rendements exagérés ; ceux-là doivent être rejetés, et c'est seulement aux essais faits dans les conditions de la grande culture qu'il convient de s'attacher.

» Parmi les trente-trois expérimentateurs qui se sont placés dans ces conditions, seize ont suivi expressément mes indications ; dix-sept, les uns parce que je n'ai pu, gravement malade, leur donner ces indications avec assez de détails ; les autres, parce qu'ils ont cédé à des habitudes locales, ont apporté au mode de culture que je conseille quelques modifications.

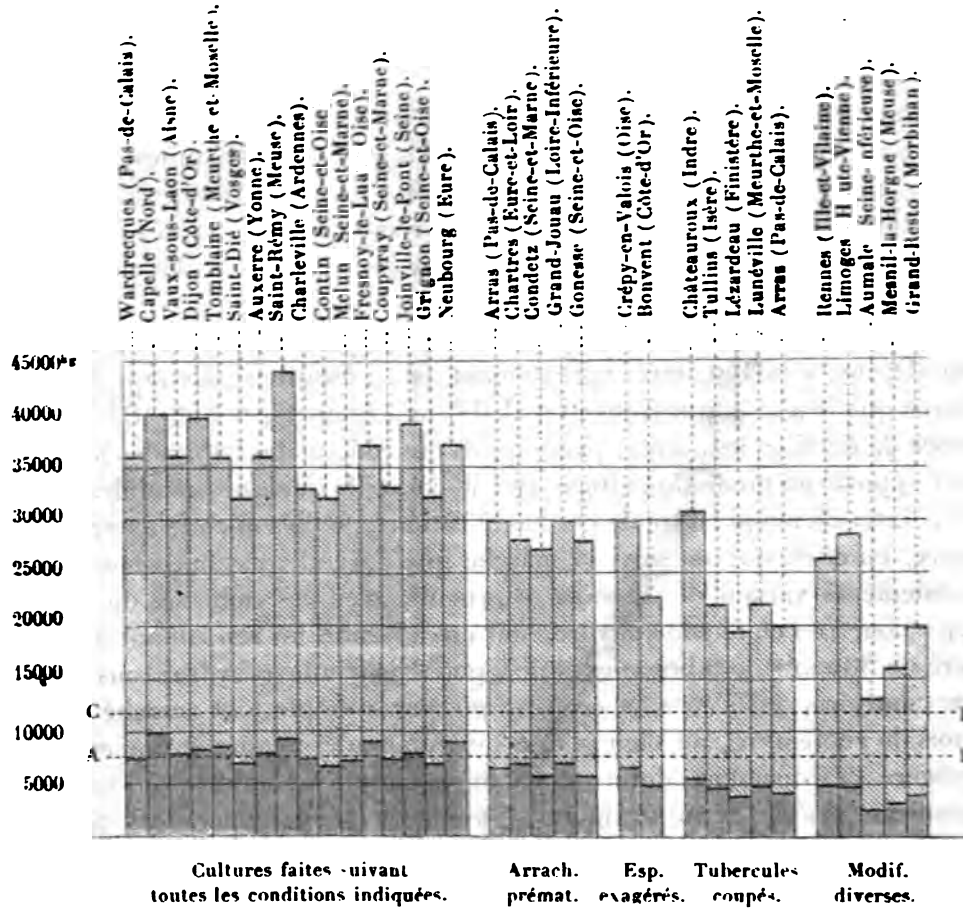
» Loin de me plaindre de ces modifications, je dois m'en féliciter ; tous ceux, en effet, qui ont suivi la marche que j'ai indiquée ont obtenu des rendements variant de 32000<sup>kg</sup> à 44000<sup>kg</sup>, avec des richesses de 20,4 à 24,2 pour 100 en fécule anhydre, soit en moyenne un rendement à l'hectare de 36000<sup>kg</sup> de tubercules et de 7900<sup>kg</sup> de fécule anhydre ; tous ceux, au contraire, qui s'en sont écartés, qui, par exemple, ont arraché dès le mois de septembre, ou bien planté des tubercules coupés et non entiers, exagéré l'espacement, donné une fumure insuffisante, etc., ont vu leurs rendements s'élever au maximum à 30000<sup>kg</sup> et, dans certains cas, tomber à 16000<sup>kg</sup> et 13300<sup>kg</sup>.

» C'est ce que montre le graphique joint à cette Note, et sur lequel des bandes parallèles indiquent, par leur hauteur totale, les rendements en tubercules obtenus dans chaque localité ; par la hauteur de la partie foncée, le poids de fécule anhydre produit à l'hectare ; sur lequel, également, deux lignes horizontales AB et CD rappellent, la première le rendement moyen en France (7500<sup>kg</sup>), la seconde, CD, le rendement du département le mieux partagé, celui des Hautes-Alpes (11700<sup>kg</sup>).

» La richesse des tubercules a été, dans tous les cas, remarquable : trois fois seulement elle a été inférieure à 20,4 pour 100 de fécule anhydre ; en

moyenne, elle a été de 22 pour 100; trois fois, elle a atteint le chiffre extraordinaire de 24 pour 100.

*Rendement à l'hectare, en tubercules et en fécule anhydre de la variété Richter's Imperator, dans diverses régions de la France, en 1884.*



» Les observations notées par mes collaborateurs conduisent à des remarques importantes, que je ne puis développer en ce moment; ce que je veux seulement retenir de cette grande expérience, c'est qu'elle apporte la solution du problème d'Économie rurale que je m'étais posé, il y a six ans.

» Ainsi que je l'avais espéré, c'est chose possible pour la grande culture en France, que d'obtenir des récoltes de pommes de terre industrielles et



foutragères qui marchent de pair avec celles de l'Allemagne; chose possible, par conséquent, que de produire, sur une surface donnée, un poids de fécule, c'est-à-dire de matière alcoolisable, qui permette à la distillation des pommes de terre d'entrer en lice, dans notre pays, avec la distillation des grains.

» Pour le bien établir, il suffit de prendre, parmi les résultats précédents, deux exemples dont la valeur est particulièrement frappante, puisque l'un et l'autre sont fournis par la culture d'un hectare entier.

» A Gonesse (quoique l'arrachage ait eu lieu un mois trop tôt), un hectare a produit 5712<sup>kg</sup> de fécule anhydre; à Joinville-le-Pont, un hectare (arraché à point) en a produit 7956<sup>kg</sup>. Pour s'approvisionner d'une égale quantité de matière alcoolisable, au moyen de grains, le distillateur devrait acquérir, dans le premier cas, 8900<sup>kg</sup>; dans le second, 12400<sup>kg</sup> de maïs. Au cours actuel de 13<sup>fr</sup> les 100<sup>kg</sup>, c'est une dépense, d'un côté de 1157<sup>fr</sup>, de l'autre de 1612<sup>fr</sup>: telle est la valeur, en argent, de la matière première de distillerie fournie par l'une et l'autre récolte de pommes de terre. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Observations sur la Communication de M. Aimé Girard*; par M. P.-P. DEHÉRAIN.

« Je demande à l'Académie la permission d'ajouter quelques mots à la Communication que vient de faire M. Aimé Girard.

» J'ai mis en comparaison, cette année, au champ d'expériences de Grignon, la variété Richter's Imperator, dont les semenceaux m'avaient été remis par M. Aimé Girard, avec deux autres variétés de pommes de terre, la Chardon et la Van der Veer, dans des conditions de fumure tout à fait analogues (1).

» La Richter's s'est montrée nettement supérieure; elle a donné 30 000<sup>kg</sup> de tubercules à l'hectare, tandis que les deux autres variétés restaient entre 26 000<sup>kg</sup> et 27 000<sup>kg</sup>; sa richesse en fécule, déterminée d'après la densité des tubercules, s'est trouvée également beaucoup plus élevée, puisqu'elle a atteint 24 pour 100 des tubercules contre 19,8 et 19,5 qu'ont donnés les autres variétés.

» La quantité de fécule produite à l'hectare par la Richter's Imperator

---

(1) Le détail des expériences est inséré au tome XVI des *Annales agronomiques*, p. 5.

dépasse 7000<sup>kg</sup>, tandis que les deux autres variétés ne donnent guère que 5000<sup>kg</sup>.

» Bien que les résultats précédents soient inférieurs à ceux qu'ont obtenus la plupart des correspondants de M. Girard, ils sont de nature à montrer que la nouvelle variété présente, sur celles qu'emploient habituellement les fabricants de fécule, une supériorité marquée. »

### MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. ROUBERTIE soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé « Projet de chauffage des générateurs à vapeur, par l'air, le gaz et la vapeur, décomposés en leurs éléments ».

(Commissaires : MM. Resal, Maurice Lévy, Marcel Deprez).

M. MAURICE NICOLAS adresse une Note relative à de nouveaux procédés de production du phosphate de chaux et de l'acide phosphorique.

(Commissaires : MM. Freiny, Friedel, Schützenberger).

### CORRESPONDANCE.

M. FAYE, en offrant à l'Académie un exemplaire de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1890, s'excuse du retard qu'il a apporté involontairement à cette présentation.

« La partie astronomique devient chaque année plus importante et plus complète. Ce Volume présente, cette année, un Tableau des phénomènes planétaires (aspects), les données les plus exactes que l'on possède aujourd'hui sur les étoiles variables, un Catalogue d'étoiles principales dont les grandeurs répondent à l'échelle photométrique de M. Pickering, des documents sur l'usage du baromètre anéroïde, l'élasticité des solides et la température neutre des couples thermo-électriques. Ce Volume donne enfin les éléments magnétiques pour la France et les ports au 1<sup>er</sup> janvier 1890, et en diverses stations de la Méditerranée (1887).

» Les Notices comprennent les discours prononcés à l'occasion de l'inauguration de la statue de Le Verrier à l'Observatoire, et dans les divers

Congrès qui ont eu lieu l'an dernier à Paris, ainsi qu'une Revue des principaux travaux du Bureau des Longitudes en 1889.

» Les planches jointes à ce Volume sont : 1° une Carte des lignes d'égale déclinaison et d'égale inclinaison; 2° une Carte des méridiens magnétiques et lignes d'égale composante horizontale.

» Je saisis cette occasion de remercier, au nom du Bureau des Longitudes, les savants qui ont bien voulu lui accorder, cette année comme les précédentes, leur précieuse collaboration. »

M. le **SECRETARE PERPÉTUEL** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, la 16<sup>e</sup> livraison du « *Traité d'Anatomie comparée pratique*, par Carl Vogt et Émile Yung ». (Présenté par M. de Quatrefages.)

M. **BELTRAMI**, nommé Correspondant pour la Section de Mécanique, adresse ses remerciements à l'Académie.

M. **KELSCH** adresse ses remerciements à l'Académie pour la distinction accordée à ses travaux dans la dernière séance publique.

**ANALYSE MATHÉMATIQUE.** — *Sur les fonctions de deux variables à plusieurs paires de périodes.* Note de M. **PAUL APPELL**, présentée par M. Hermite.

« Pour étendre aux fonctions périodiques de deux variables les résultats que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie sur les fonctions elliptiques (<sup>1</sup>), on peut prendre, comme point de départ, la remarque suivante relative à un théorème de M. Poincaré.

» Soit  $f(x, y)$  une fonction analytique uniforme de  $x$  et  $y$ , se comportant à distance finie comme une fraction rationnelle; d'après M. Poincaré (*Acta mathematica*, t. II), cette fonction peut s'écrire sous la forme

$$f(x, y) = \frac{\varphi(x, y)}{\psi(x, y)},$$

les fonctions  $\varphi(x, y)$  et  $\psi(x, y)$  étant des fonctions entières qui ne s'an-

---

(<sup>1</sup>) *Comptes rendus*, séance du 6 janvier 1890.

nulent simultanément qu'aux points où la fonction  $f(x, y)$  est indéterminée. Voici maintenant la remarque qu'on peut faire au sujet de cette expression donnée par M. Poincaré. Si, par un procédé quelconque, on a mis la même fonction  $f(x, y)$  sous la forme du quotient de deux autres fonctions entières  $\varphi_1(x, y)$  et  $\psi_1(x, y)$ , de manière à avoir l'identité

$$\frac{\varphi_1(x, y)}{\psi_1(x, y)} = \frac{\varphi(x, y)}{\psi(x, y)},$$

on a nécessairement

$$\begin{aligned}\varphi_1(x, y) &= \varphi(x, y)G(x, y), \\ \psi_1(x, y) &= \psi(x, y)G(x, y),\end{aligned}$$

$G(x, y)$  désignant une fonction entière. La démonstration de cette proposition repose sur les méthodes indiquées par M. Weierstrass dans le Mémoire intitulé *Einige auf die Theorie der analytischen Functionen mehrerer veränderlichen sich beziehende Sätze*, dont l'exposition détaillée a fait le principal sujet de la thèse de doctorat de M. Dautheville (Paris, 1885).

» Cette remarque étant faite, imaginons que la fonction  $f(x, y)$  admette un groupe de périodes  $a, b$ , c'est-à-dire que

$$f(x + a, y + b) = f(x, y);$$

on a alors l'identité

$$(1) \quad \frac{\varphi(x + a, y + b)}{\psi(x + a, y + b)} = \frac{\varphi(x, y)}{\psi(x, y)},$$

d'où l'on conclut que le rapport

$$(2) \quad \frac{\varphi(x + a, y + b)}{\varphi(x, y)}$$

est une fonction entière  $G(x, y)$ . Le rapport inverse est aussi une fonction entière; car, en faisant

$$x = x' - a, \quad y = y' - b,$$

l'identité (1) se transforme en la suivante

$$\frac{\varphi(x', y')}{\psi(x', y')} = \frac{\varphi(x' - a, y' - b)}{\psi(x' - a, y' - b)},$$

qui montre que le rapport

$$\frac{\varphi(x' - a, y' - b)}{\varphi(x', y')} = \frac{\varphi(x, y)}{\varphi(x + a, y + b)}$$

est une fonction entière. La fonction entière  $G(x, y)$  est donc telle que son inverse est aussi une fonction entière, et l'on a

$$G(x, y) = e^{g(x, y)},$$

$g(x, y)$  étant une fonction entière.

» En résumé, si la fonction  $f(x, y)$  admet une paire de périodes  $a, b$ , les fonctions  $\varphi$  et  $\psi$  vérifient des relations de la forme

$$(3) \quad \frac{\varphi(x + a, y + b)}{\varphi(x, y)} = \frac{\psi(x + a, y + b)}{\psi(x, y)} = e^{g(x, y)}.$$

» Si la fonction admet deux, trois ou quatre paires de périodes, on aura deux, trois ou quatre relations de cette forme (3), que l'on simplifiera comme nous l'avons fait pour les fonctions elliptiques. On arrive ainsi à montrer que les fonctions à quatre paires de périodes, sans singularités essentielles à distance finie, s'expriment à l'aide des  $\Theta$  doubles (<sup>1</sup>). On obtient également, sous une forme intéressante, les expressions des fonctions de deux variables, avec deux ou trois paires de périodes. Enfin, on peut établir des relations de la forme (3) pour les fonctions de deux variables  $x$  et  $y$ , qui n'ont pas de singularités essentielles à distance finie, et qui ne changent pas de valeur quand on remplace  $x$  et  $y$  par  $ax + by + c$  et  $a'x + b'y + c'$ ,  $a, b, c, a', b', c'$  désignant des constantes (<sup>2</sup>). J'espère pouvoir prochainement publier un Mémoire détaillé sur ces différentes questions. »

(<sup>1</sup>) Voyez, sur ce théorème énoncé par Riemann, la fin d'une Lettre de M. Weierstrass (*Journal de Crelle*, t. 89), et une Note de MM. Poincaré et Picard (*Comptes rendus*, 1883, t. XCVII).

(<sup>2</sup>) Voyez les recherches de M. Fuchs (*Journal de Crelle*, t. 89 et 90; *Bulletin des Sciences mathématiques*, 2<sup>e</sup> série, t. IV et V).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les transformations simplement rationnelles des surfaces algébriques.* Note de M. PAUL PAINLEVÉ, présentée par M. Picard.

« Je me propose dans cette Note d'étendre aux transformations simplement rationnelles la méthode de M. Picard, relative aux transformations birationnelles des surfaces. Soient

$$(1) \quad F(x, y, z) = 0$$

l'équation d'une surface algébrique  $S$ ,  $p$  le nombre (*plus grand que 1*) des polynômes  $L$  linéairement distincts *adjoints* à la surface,  $p$ , le genre de l'intersection  $G$  de  $S$  avec la surface  $\Sigma$  (ou  $L = 0$ ); désignons par  $\gamma$  la courbe d'intersection de deux surfaces  $\Sigma$ ; cette courbe rencontre  $S$  en  $(p, -1)$  points.

» Nous distinguerons trois classes de surfaces : la première (la plus générale) comprend les surfaces  $S$  pour lesquelles toute surface  $\Sigma$  qui passe par un point de  $S$  ne passe pas par d'autres points correspondants (en dehors des points singuliers de  $S$ ). Pour ces surfaces, les polynômes  $L$  distincts, regardés comme des coordonnées homogènes, définissent (à une transformation homographique près) une surface  $S_1$  de l'espace à  $(p - 1)$  dimensions, dite *surface normale*, qui correspond birationnellement à  $S$ . D'une manière plus précise, on peut exprimer que les trois surfaces

$$Q_2 - \alpha Q_1 = 0, \quad Q_3 - \beta Q_1 = 0, \quad Q_4 - \gamma Q_1 = 0$$

ont avec  $S$  un point commun et un seul. Pour cela, il faut et il suffit que  $\alpha, \beta, \gamma$  vérifient une relation

$$(1') \quad \varphi(\alpha, \beta, \gamma) = 0,$$

et à chaque point  $(\alpha, \beta, \gamma)$  de  $(1')$  correspond un seul point  $(x, y, z)$  de  $S$ . Cette surface  $S_1$ , qui correspond birationnellement à  $S$ , est de degré  $(p_1 - p + 3)$ , comme l'a montré M. Noëther.

» La deuxième classe (où nous rangeons les surfaces de genre  $p = 3$ ) comprend les surfaces pour lesquelles toute surface  $\Sigma$ , passant par un point de  $S$ , passe par  $(n - 1)$  autres points correspondants : on a nécessairement  $n \leq \frac{p_1 - 1}{p - 3}$ . Toute surface  $\Sigma$ , tangente à  $S$  au point  $x, y, z$  est

*tangente aux points correspondants.* Toute courbe  $\gamma$  qui passe par  $(x, y, z)$  (ou est tangente à  $S$  en ce point) passe par les points correspondants (ou est tangente à  $S$  en ces points).

» La troisième classe comprend les surfaces  $S$  (en particulier les surfaces de genre  $p = 2$ ) pour lesquelles deux surfaces  $\Sigma$ , qui ont un point commun avec  $S$ , ont une ligne commune avec cette surface. Pour ces surfaces, les courbes  $C$  se décomposent en courbes de genre 1, et le rapport  $\frac{Q_1(x, y, z)}{Q_2(x, y, z)}$  est une fonction de  $\frac{Q_1(x, y, z)}{Q_2(x, y, z)}$  quand  $(x, y, z)$  varie sur  $S$ .

» Ceci posé, soient une seconde surface  $S'$

$$(2) \quad F'(x', y', z') = 0,$$

$p'$  et  $p'_1$  les nombres qui correspondent aux nombres  $p$  et  $p_1$ .

» Admettons qu'on puisse passer rationnellement de (1) à (2) par la transformation

$$(3) \quad x = h(x', y', z'), \quad y = k(x', y', z'), \quad z = l(x', y', z'),$$

qui dépend de paramètres arbitraires. On démontre, en répétant le raisonnement de M. Picard, que toute intégrale double de première espèce  $J$  de  $S$  se transforme en une intégrale analogue de  $S'$

$$J = \lambda_1 J'_1 + \dots + \lambda_{p'_1} J'_{p'_1},$$

les  $\lambda_i$  étant des constantes. On en conclut que,  $p$  étant plus grand que 1, la transformation (3) ne saurait dépendre de deux paramètres arbitraires. Si elle dépend d'un paramètre,  $S$  rentre dans la troisième classe, et le module des courbes  $C$  (de genre 1) est constant. Quand  $S'$  est de la troisième classe, il en est de même de  $S$ . Enfin on a, dans tous les cas,  $p \leq p'$ ,  $p_1 \leq p'_1$ .

» Supposons maintenant que  $S$  et  $S'$  fassent partie de la première classe; on aura

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{\sum \mu_i Q'_i}{\sum \lambda_i Q'_i}, \quad \dots$$

On devra donc pouvoir déterminer les constantes  $\lambda, \mu, \dots$  de façon que les rapports  $\alpha, \beta, \gamma$ , introduits plus haut, vérifient la relation (1'), et ces conditions sont suffisantes. Ceci nous montre qu'on détermine algébriquement toutes les transformations (3); il ne saurait, par suite, exister entre (1) et (2) qu'un nombre fini de transformations rationnelles. Ceci revient à dire qu'on passe de la surface normale  $S$ , à la surface normale  $S'$ , par une trans-

formation

$$Q_j = \sum_{i=1}^{i=p'} \lambda_i^j Q_i.$$

Si donc  $p = p'$ , la transformation (3) est nécessairement birationnelle. On pouvait se servir également de la condition qui exprime que la surface  $\Sigma$  (ou la courbe  $j$ ) est tangente à  $S$ .

» Passons au cas où  $S'$  est de seconde classe,  $S$  étant de la première, et où il existe une transformation (3). La méthode précédente s'applique. Ajoutons que,  $\alpha', \beta', \gamma'$  désignant les rapports de quatre polynômes  $Q'$  quelconques, la surface  $S'_i$  ou

$$\varphi'(\alpha', \beta', \gamma') = 0$$

correspond rationnellement à  $S$ . Si  $S'_i$  n'est pas de la première classe, on raisonne sur  $S'_i$  comme sur  $S'$ , et, comme le genre  $p_i$  des  $S'_i$  diminue, on parvient à une surface  $S''$  de la première classe, qu'on peut substituer à  $S'$ . Si  $p = p'$ , la correspondance entre  $S$  et  $S''$  est nécessairement birationnelle.

» Il reste à examiner le cas où  $S$  ne serait pas de la première classe. »

CHIMIE. — *Sur la substitution des sels dans les solutions mixtes.*

Note de M. A. ÉTARD, présentée par M. A. Cornu.

« I. Précédemment, j'ai déterminé les lignes de solubilité complète d'un mélange de chlorures de potassium et de sodium. Cela équivaut à faire varier la quantité des métaux qui se partagent la saturation d'un même métalloïde en fonction de la température. Il était indispensable d'étudier le cas inverse, de déterminer ce qui se passe quand, dans la solution d'un même métal, les métalloïdes varient.

» II. Quand on dissout de l'iodure de potassium dans l'eau, la solubilité de  $-22^\circ$  à  $0^\circ$  est représentée par une droite très inclinée sur l'axe des  $t$ , mais trop peu étendue pour être exprimée par une formule exacte. De  $0^\circ$  à  $108^\circ$  on a une autre droite ( $0,1257 t$ ) moins inclinée. Enfin, de  $108^\circ$  à  $220^\circ$ , une dernière droite (4), moins inclinée encore, correspond à une solubilité de  $0,0603 t$ . En calculant par extrapolation, avec cette dernière valeur, le *point limite* (antérieurement défini), on trouve pour ce point  $637^\circ$ , qui se confond sensiblement avec le nombre  $639^\circ$  donné par les auteurs comme température de fusion de l'iodure de potassium pur. D'ailleurs, ces températures de fusion, prises par la méthode thermo-électrique,



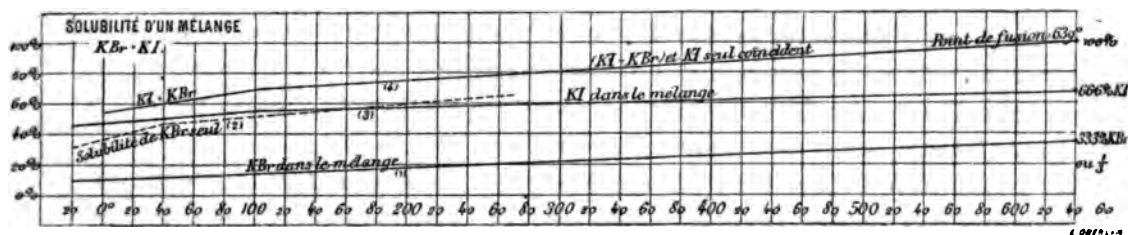
peuvent être entachées de quelques degrés d'erreur, d'après les auteurs mêmes qui les ont déterminées.

» Autrefois, j'ai publié un graphique bien moins étendu de la solubilité de KI. On voit maintenant que ce sel doit s'ajouter à la liste de ceux pour lesquels j'ai indiqué le point de fusion comme *limite* de la solubilité.

» De la comparaison de nombreuses lignes de solubilité complète, c'est-à-dire comprises entre les points de congélation de la solution et de fusion ignée du sel, il résulte que, en général, les segments droits successifs qui composent ces lignes sont d'autant moins inclinés sur l'axe des températures que celles-ci sont plus hautes. On remarque aussi que la plupart des sels subissent leurs perturbations de solubilité avant 130°, température peu compatible avec l'existence d'hydrates; aussi les droites très peu inclinées, qu'on trouve continues pendant de longs intervalles aux températures élevées, me paraissent devoir rester telles que je les ai observées, parfois jusqu'à 260°, et telles que je les représente ensuite jusqu'au *point limite*. Mais des actions étrangères, par exemple les décompositions chimiques, le point critique des dissolvants, etc., doivent empêcher ces lignes d'atteindre d'une façon *réelle* le point en question, dès qu'il se trouve au delà de 300°, alors même que l'expérience pourrait se faire. Ce sont, en dernière analyse, les lignes de solubilité dans leur portion expérimentalement connue qui ont les propriétés dont le *point limite* est l'expression théorique. Ce point coïncide souvent avec le point de fusion des sels, comme je l'ai établi, ce qui lui attribue une signification physique précise.

» III. Si l'on met une petite quantité d'eau en présence d'un grand excès d'un mélange d'iodure et de bromure de potassium, d'ailleurs en proportions quelconques, on constate les faits suivants :

» 1° La quantité totale des sels dissous pour chaque température est



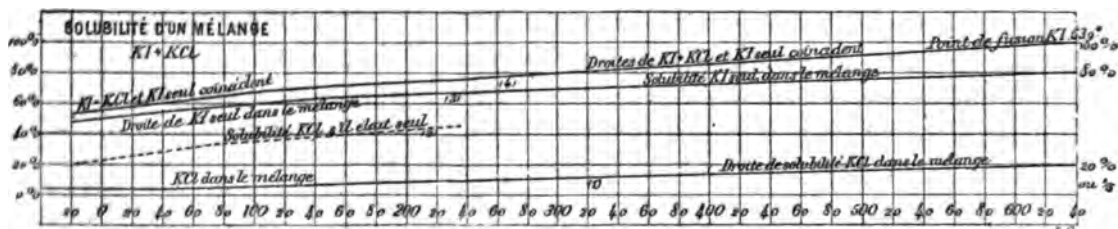
exactement la même que si l'on avait opéré avec l'iodure de potassium seul. Les lignes (4) de KI et de KI + KBr coïncident dans toute leur étendue. Dès lors, on doit admettre que la solubilité de la somme KI + KBr est *limite* au point de fusion de KI, à 630°.

» 2° En faisant l'analyse du mélange dissous, on trouve que, dans le mélange en question, le bromure de potassium suit la loi de solubilité de l'iodure et non la sienne propre. Les choses se passent comme s'il y avait *substitution* du brome à l'iode.

» 3° Si l'on recherche, à la limite de solubilité, c'est-à-dire à la température de 63° $^{\circ}$ , le rapport des poids des composants KBr et KI (leur somme étant égale à l'unité ou 100 pour 100), le calcul par extrapolation donne pour ce rapport un chiffre très voisin de *deux à un*, soit 66,4 pour 100 KI et 33,6 pour 100 KBr. Ainsi, traitées individuellement, les lignes *expérimentales* (1) et (3) donnent chacune sur l'ordonnée limite les chiffres précités, qui, de plus, vérifient très sensiblement la condition que leur somme soit égale à l'unité, limite de la droite (4).

» IV. J'ai encore trouvé des relations simples de solubilité, en examinant les couples KI + KCl et KBr + KCl. Pour le premier, on observe :

» 1° Que la ligne de solubilité de KI et celle de la somme des sels (KI + KCl) coïncident dans toute leur étendue (4) et sont limitées à 63° $^{\circ}$ , point de fusion de KI.



» 2° Le chlorure de potassium dans le mélange (1) se dissout selon la loi de l'iodure. La quantité de cet iodure qui se dissout à chaque température est moindre que s'il était seul; mais du chlorure se dissout à sa place, pour compléter la solubilité normale de KI. Cette *substitution* ne se fait pas selon les rapports atomiques ordinaires, mais je l'ai trouvée telle que les droites tendent, à l'ordonnée limite, vers les quantités 80 pour 100 pour KI et 20 pour 100 pour KCl, soit  $\frac{1}{5}$ .

» Le couple KBr + KCl donne lieu à des observations très analogues et conduit à la limite  $\frac{1}{4}$  pour KCl,  $\frac{3}{4}$  pour KBr. Prochainement, je pense revenir sur ce dernier couple et sur d'autres cas de solubilité mixtes (4). »

(4) Je remercie, en terminant, M. Lebeau, préparateur à l'École de Physique et de Chimie, de son concours dévoué.

CHIMIE. — *Sur l'état de l'iode en dissolution.* Note de MM. HENRI GAUTIER et GEORGES CHARPY, présentée par M. A. Cornu.

« On distingue généralement les solutions d'iode en deux classes : les solutions brunes (alcool, éther, etc. . .) et les solutions violettes (sulfure de carbone, chloroforme, benzine, etc.).

» En examinant des solutions également concentrées d'iode dans un grand nombre de dissolvants, nous avons constaté qu'on pouvait les ranger de telle façon que la coloration variât d'une manière continue du brun au violet; la distinction généralement admise est donc trop absolue.

» Nous avons opéré sur quinze dissolvants, qui se classent dans l'ordre suivant, en allant du violet au brun :

|  |   |
|--|---|
| <p>1° <i>Coloration violette.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sulfure de carbone.</li> <li>2. Tétrachlorure de carbone.</li> <li>3. Chloroforme.</li> </ol>                | <p>2° <i>Coloration rouge.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Benzine.</li> <li>5. Bichlorure d'éthylène.</li> <li>6. Bibromure d'éthylène.</li> </ol>   |
| <p>3° <i>Coloration rouge brun.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>7. Toluène.</li> <li>8. Bromure d'éthyle.</li> <li>9. Xylène (para).</li> <li>10. Iodure d'éthyle.</li> </ol> | <p>4° <i>Coloration brune.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>11. Méthylbenzoïle.</li> <li>12. Acide acétique.</li> <li>13. Éther sulfurique.</li> <li>14. Alcool.</li> <li>15. Acétone.</li> </ol> |

» L'examen, au spectroscope, de solutions des divers groupes nous a montré que le spectre d'absorption varie aussi d'une manière continue. Pour les solutions violettes, on obtient un spectre qui se rapproche de celui de la vapeur d'iode, mais dans lequel la bande obscure, au lieu de commencer dans le rouge, commence dans le jaune, et empiète un peu plus sur le bleu que cela n'a lieu avec la vapeur d'iode; pour les groupes suivants, le déplacement de la bande obscure du côté du violet s'accroît; elle va du vert à l'indigo pour le deuxième, du milieu du vert au violet pour le troisième; enfin, pour le quatrième, elle couvre complètement le bleu et le violet. Nous publierons plus tard le relevé exact de ces spectres.

» Nous n'avons pu, jusqu'à présent, constater de relation entre la fonc-

tion chimique du dissolvant et la couleur de la solution ( <sup>1</sup> ); mais nous avons recherché si ces différences de teinte ne devaient pas être attribuées à une variation graduelle de l'état moléculaire du corps dissous. Nous avons employé, dans ce but, la méthode cryoscopique de M. Raoult; les constantes relatives à chaque dissolvant ont été déterminées par des expériences préliminaires, effectuées au moyen de solutions de paradichlorobenzine et de paradibromobenzine soigneusement purifiées.

» Nous citerons, en particulier, les expériences suivantes sur la benzine et le méthylbenzoïle :

| Dissolvant.        | Poids d'iode dissous dans 100 <sup>gr</sup> . | Abaissement du point de congélation. | Valeurs de la constante. | Poids moléculaire déduit. |
|--------------------|---|--------------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Benzine.....       | 1,98  | 0,30                                 | 50                       | 330                       |
|                    | 2,16  | 0,31                                 | »                        | 348                       |
|                    | 2,69  | 0,39                                 | »                        | 345                       |
| Méthylbenzoïle.... | 2,36  | 0,31                                 | 64                       | 489                       |
|                    | 1,42  | 0,19                                 | 64                       | 480                       |

» Nous avons expérimenté aussi sur le paraxylène et le dibromure d'éthylène; les nombres trouvés se rapprochent de ceux qui ont été obtenus avec la benzine, mais ne sont pas très concordants, ce qui tient, croyons-nous, à ce qu'il se produit assez rapidement une combinaison entre l'iode et le dissolvant ( <sup>2</sup> ).

» Si, des chiffres précédents, on rapproche ceux que l'on déduit des mesures de tensions de vapeur effectuées par M. Morris Loeb, sur les solutions d'iode dans l'éther et le sulfure de carbone, on obtient, pour le poids moléculaire de l'iode en dissolution, les valeurs suivantes :

| Dissolvant.             | Poids moléculaire. |                      |
|-------------------------|--------------------|----------------------|
| Éther.....              | 507                | I <sup>3</sup> = 508 |
| Méthylbenzoïle.....     | 484                | I <sup>3</sup> = 381 |
| Benzine.....            | 341                | I <sup>2</sup> = 254 |
| Sulfure de carbone..... | 303                |                      |

(<sup>1</sup>) Cependant, pour les carbures benzéniques, il semble que la solution se rapproche du brun quand le poids moléculaire augmente.

(<sup>2</sup>) L'iode se combine facilement avec un grand nombre de corps organiques sous l'influence de la lumière, mais la réaction est limitée. On peut le mettre en évidence

» Il semble donc que la molécule d'iode, qui correspond à  $I^4$  pour les solutions brunes, se dédouble graduellement, pour se rapprocher de la valeur  $I^2$  qui correspond à l'iode à l'état de vapeur. Cette hypothèse paraît confirmée par l'influence qu'exerce la température sur la couleur de ces solutions. On observe, en effet, d'une manière très nette, que la teinte d'une solution se rapproche de celle des groupes précédents quand on élève sa température, et se rapproche, au contraire, des groupes suivants par le refroidissement.

» M. Berthelot avait fait remarquer qu'au point de vue de la grandeur des constantes thermochimiques les éléments à poids atomique élevé, tels que le brome et l'iode, se rapprochent des corps composés. La facile dissociation de la molécule d'iode semble confirmer cette analogie.

» Nous nous proposons de continuer cette étude par des mesures thermochimiques et des mesures des tensions de vapeur des différentes solutions. »

THERMOCHIMIE. — *Étude calorimétrique des phosphites et du pyrophosphite de soude.* Note de M. L. АМАТ, présentée par M. Troost. (Extrait.)

« J'ai indiqué (*Comptes rendus*, t. CVI, p. 1400) que le phosphite acide de soude  $PO^3H, NaH$  peut, par simple déshydratation à l'étuve, perdre de l'eau et se transformer en un corps nouveau, le pyrophosphite de soude  $P^2O^5H^2Na^2$ , se distinguant du phosphite acide par une série de caractères bien nets. Cette conclusion se trouve pleinement confirmée par l'étude calorimétrique des phosphites et du pyrophosphite de soude.

» *Phosphite disodique.* — Le phosphite disodique  $PO^3HNa^2 + 5H^2O$  a été obtenu en saturant une solution d'acide phosphoreux par de la soude, jusqu'à coloration de la phtaléine du phénol. Les cristaux obtenus par évaporation fondaient vers  $53^\circ$ .

» La chaleur de dissolution (1 molécule 216<sup>gr</sup> dans 10<sup>lit</sup> d'eau) vers  $13^\circ,5$  est  $-4^{Cal},6$  (moyenne de :  $-4^{Cal},57$  à  $13^\circ,7$  ;  $-4^{Cal},59$  à  $12^\circ,3$  ;  $-4^{Cal},64$  à  $14^\circ$ ).

---

de la façon suivante. Une solution d'iode dans un carbure (benzine, toluène. etc.) est abandonnée quelque temps à la lumière. On la décolore ensuite complètement par la potasse. Si on l'expose alors de nouveau à l'action de la lumière, on voit bientôt le liquide se colorer par suite de la décomposition du composé iodé qui avait pris naissance au début.

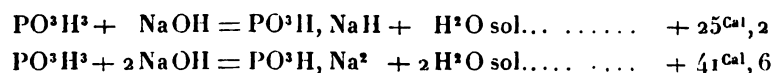
» Le phosphite disodique anhydre  $\text{PO}^3\text{HNa}^2$ , résultat de la déshydratation du sel précédent, d'abord dans le vide sec pour éviter la fusion de la matière, puis à  $150^\circ$  pour chasser les dernières traces d'eau, a donné comme chaleur de dissolution (1 molécule 126<sup>gr</sup> dans 10<sup>lit</sup>), vers  $13^\circ,5$ , + 9<sup>Cal</sup>,15 (moyenne de : + 9<sup>Cal</sup>,11 à  $12^\circ,5$ ; + 9<sup>Cal</sup>,19 à  $14^\circ,7$ ).

» *Phosphite monosodique*. — Le phosphite monosodique hydraté  $\text{PO}^3\text{H}, \text{NaH} + 2\frac{1}{2}\text{H}^2\text{O}$  a été préparé comme je l'ai indiqué (*Comptes rendus*, t. CVI, p. 1351).

» On a trouvé pour la chaleur de dissolution d'une molécule (149<sup>gr</sup> dans 10<sup>lit</sup>), vers  $15^\circ$ , - 5<sup>Cal</sup>,3 (moyenne de : - 5<sup>Cal</sup>,27 à  $10^\circ,5$ ; - 5<sup>Cal</sup>,31 à  $14^\circ,1$ ; - 5<sup>Cal</sup>,30 à  $15^\circ,6$ ).

» Ce phosphite perd son eau de cristallisation dans le vide sec et donne le phosphite monosodique anhydre  $\text{PhO}^3\text{HNaH}$ , dont la chaleur de dissolution (1 molécule 104<sup>gr</sup> dans 10<sup>lit</sup>) a été trouvée égale à + 0<sup>Cal</sup>,75 vers  $13^\circ$  (moyenne de : + 0<sup>Cal</sup>,83 à  $14^\circ,5$ ; + 0<sup>Cal</sup>,73 à  $13^\circ,7$ ; + 0<sup>Cal</sup>,74 à  $13^\circ,6$ ; + 0<sup>Cal</sup>,68 à  $12^\circ,1$ , nombres qui semblent dépendre de la température).

» Si l'on joint, à ces données, la chaleur de dissolution de l'acide phosphoreux - 0<sup>Cal</sup>,13, celle de la soude + 9<sup>Cal</sup>,78, et la chaleur de neutralisation d'une molécule d'acide phosphoreux par 1 (14<sup>Cal</sup>,83) ou par 2 (28<sup>Cal</sup>,45) molécules de soude, on calcule pour la chaleur de formation à l'état solide des phosphites mono et disodiques anhydres, en partant de l'acide et de la basé solides :



» *Pyrophosphite de soude*  $\text{P}^2\text{O}^5\text{H}^2\text{Na}^2$ . — La chaleur de dissolution de ce sel est très faible; on a trouvé (pour 1 molécule 190<sup>gr</sup> dans 20<sup>lit</sup>), vers  $13^\circ$ , + 0<sup>Cal</sup>,3.

» Si, en dissolvant le pyrophosphite dans l'eau, ce sel fixait de l'eau et redonnait immédiatement du phosphite acide de soude, la chaleur de dissolution d'une molécule de pyrophosphite devrait être supérieure à la chaleur de dissolution,  $2 \times 0^{\text{Cal}},75 = 1^{\text{Cal}},5$ , d'une quantité équivalente de phosphite acide, c'est-à-dire 2 molécules. Le nombre trouvé, 0<sup>Cal</sup>,3, notablement inférieur à 1<sup>Cal</sup>,5, montre donc que les solutions de pyrophosphite de soude et de phosphite acide ne sont pas identiques, ce que l'on peut vérifier au moyen du méthylorange et de la phtaléine du phénol,

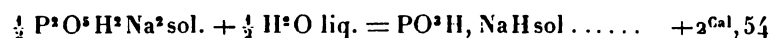
du nitrate d'argent, comme je l'ai déjà indiqué, et enfin du nitrate de plomb, ainsi que je le montrerai dans une prochaine Note.

» J'ai vérifié que la soude transforme le pyrophosphite en phosphite disodique. Il y a deux phases dans le phénomène calorifique qui en résulte : d'abord un dégagement de chaleur très faible, indiqué par la variation brusque de température au moment du mélange de la soude et du pyrophosphite; puis un dégagement de chaleur beaucoup plus grand, dû à la transformation de ce sel et accusé par un accroissement de température ayant lieu graduellement, avec une vitesse qui dépend de la concentration de la soude.

» Lorsqu'on veut évaluer le premier dégagement de chaleur, il faut ralentir autant que possible la seconde partie du phénomène et, pour cela, opérer avec une solution *étendue* de soude. Si l'on veut, au contraire, déterminer la chaleur de transformation du sel, il faut employer une solution *concentrée* de soude.

» En opérant avec une solution *étendue* de soude et en tenant compte de la chaleur de dissolution du pyrophosphite de soude  $0^{\text{Cal}},3$ , on trouve, pour le dégagement de chaleur au moment du mélange, avant que la transformation ait eu le temps de se produire,  $+ 0^{\text{Cal}},5$ , nombre très faible qui montre que le sel saturé de l'acide pyrophosphoreux est  $\text{P}^2\text{O}^5\text{H}^2\text{Na}^2$ , c'est-à-dire un sel contenant 2 atomes de phosphore pour 2 atomes de sodium. Au contraire, le sel saturé de l'acide phosphoreux  $\text{PO}^3\text{HNa}^2$  contient, pour 2 atomes de sodium, un seul atome de phosphore.

» Pour déterminer la chaleur de transformation, on a dû employer une solution de soude beaucoup plus concentrée que la précédente (1,13 molécule par litre). En opérant dans des conditions aussi identiques que possible, on a déterminé d'abord le dégagement de chaleur qui se produit lorsque le pyrophosphite de soude solide est traité par un excès de soude : on a trouvé, pour  $\frac{1}{2}$  molécule ( $95^{\text{gr}}$ ), vers  $14^{\circ}$ ,  $+ 17^{\text{Cal}},49$  (moyenne de :  $+ 17^{\text{Cal}},54$  à  $13^{\circ},8$ ;  $+ 17^{\text{Cal}},44$  à  $14^{\circ},7$ ); puis le dégagement de chaleur qui se produit lorsqu'une quantité équivalente de phosphite acide, c'est-à-dire 1 molécule ( $104^{\text{gr}}$ ), est traitée par un excès de soude, soit  $+ 14^{\text{Cal}},93$  vers  $14^{\circ}$  (moyenne : de  $14^{\text{Cal}},86$  à  $13^{\circ},8$ ;  $15^{\text{Cal}},00$  à  $14^{\circ},1$ ). Ce qui donne :



» L'acide sulfurique produit aussi la même transformation. On a dissous dans cet acide (0,465 molécule de  $\text{SO}^3$  par litre) :

» 1<sup>o</sup> Du phosphite acide de soude anhydre (1 molécule dans 10<sup>lit</sup>); on

( 194 )

a trouvé, vers 14°, 5, - 0<sup>Cal</sup>, 835 (à 15°, - 0<sup>Cal</sup>, 834; à 14°, 5, - 0<sup>Cal</sup>, 835);

» 2° Une quantité équivalente de pyrophosphite, c'est-à-dire une demi-molécule, qui a donné, vers 14°, 5, + 1<sup>Cal</sup>, 54 (moyenne de : + 1<sup>Cal</sup>, 47 à 13°; + 1<sup>Cal</sup>, 61 à 15°, 6).

» Au lieu de 2<sup>Cal</sup>, 54 trouvé par la soude, on a 2<sup>Cal</sup>, 374, nombres très voisins.

» Une autre série a donné 2<sup>Cal</sup>, 40.

» Si l'on adopte le nombre 2,4 donné par la méthode de l'acide sulfurique qui présente plus de simplicité, on a :



» On a trouvé, d'autre part, en comparant la chaleur de dissolution des phosphites monosodiques :



» Soit environ 3<sup>Cal</sup>, 86 par molécule d'eau de cristallisation.

» On voit donc, ainsi qu'on pouvait le prévoir, que la fixation d'une molécule d'eau au pyrophosphite de soude dégage plus de chaleur que la fixation d'une molécule d'eau de cristallisation au phosphite monosodique. »

**CHIMIE ORGANIQUE.** — *Action du chlorure d'éthylmalonyle sur l'éthylbenzine en présence du chlorure d'aluminium.* Note de MM. A. BÉHAL et V. AUGER, présentée par M. Friedel.

« Dans une précédente Communication (1), nous avons montré que le chlorure d'éthylmalonyle réagit sur les carbures aromatiques pour donner naissance à une nouvelle classe de diacétones, que nous avons supposées être des hydrométanaphtoquinones. Cependant, certains faits semblaient *a priori* devoir faire rejeter cette hypothèse; c'est ainsi que la benzine et la naphthaline, donnant elles aussi les composés que nous avons désignés sous le nom d'acides à sels rouges, ne permettaient point de comprendre cette constitution.

» Il faut, en effet, pour qu'il puisse se former une hydronaphtoquinone, que le carbure aromatique qui entre en réaction possède une chaîne latérale, puisque, pour former le noyau de la naphtoquinone, il faut une chaîne

---

(1) *Comptes rendus*, t. CIX, p. 970.



de quatre atomes de carbone greffée sur un noyau aromatique, et le chlorure d'éthylmalonyle n'en possède que trois; la chaîne se fermant par les atomes de carbone qui renferment du chlore. Cette contradiction n'est qu'apparente; en effet, les analyses des dérivés obtenus avec la benzine et la naphthaline conduisaient à y voir, non un dérivé de la benzine ou de la naphthaline, mais bien un dérivé de l'éthylbenzine ou de l'éthyl-naphthaline.

» En présence de ces résultats, nous nous sommes proposé de faire réagir le chlorure d'éthylmalonyle sur l'éthylbenzine, pour essayer d'identifier l'acide à sel rouge obtenu dans cette réaction avec celui qui se forme lorsqu'on opère avec la benzine. Nous supposons que le groupement éthyle du chlorure de l'acide éthylmalonique pouvait donner naissance, en réagissant sur de la benzine, à de l'éthylbenzine.

» Voici comment l'opération a été conduite et quels sont les résultats obtenus :

» On mélange 200<sup>gr</sup> d'éthylbenzine avec 45<sup>gr</sup> de chlorure d'éthylmalonyle, puis on ajoute, par portions de 20<sup>gr</sup>, du chlorure d'aluminium, de façon à arriver à un total de 100<sup>gr</sup>. On conduit le reste de l'opération comme nous l'avons indiqué dans la Communication précédente que nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie.

» La solution alcaline renferme un acide à sel rouge sur lequel nous reviendrons dans une prochaine Communication.

» Le liquide, plus léger que l'eau, après avoir été agité avec la liqueur alcaline, est lavé et séché sur le chlorure de calcium.

» On distille : l'éthylbenzine passe d'abord; puis on observe, en distillant à la pression ordinaire, un point d'arrêt dans la marche du thermomètre entre 175° et 185°.

» On sépare cette portion et on la rectifie; avec quatre rectifications au moyen d'un tube Lebel-Henninger, on obtient 15<sup>gr</sup> (1) d'un liquide possédant une odeur faiblement anisée, et passant de 180° à 181° sous 766<sup>mm</sup>.

» Ce corps est de la métadiéthylbenzine comme le montrent l'analyse et ses différentes propriétés. En effet, oxydée par le permanganate de potasse, elle donne de l'acide métaphtalique. Voici comment on a réalisé cette oxydation :

» On a introduit dans un ballon 13<sup>gr</sup> de permanganate de potasse dissous dans 250<sup>gr</sup> d'eau, puis on y a ajouté 4<sup>gr</sup> de diéthylbenzine. On a adapté au ballon un réfrigérant ascendant et l'on a porté le liquide à l'ébullition; on a fait alors tomber goutte à goutte un léger excès d'une solution de soude concentrée. Lorsque tout le permanganate fut réduit, comme il surnageait de la diéthylbenzine, on a ajouté dans la liqueur

---

(1) En admettant que les portions inférieures et supérieures renferment 5<sup>gr</sup> de diéthylbenzine, cela fait un rendement de 60 pour 100 du chiffre théorique.

10<sup>er</sup> de permanganate dissous et recommencé l'opération comme il vient d'être dit. La liqueur alcaline a été filtrée, puis précipitée par l'acide chlorhydrique et filtrée bouillante. Le précipité a été lavé avec de petites quantités d'eau bouillante. On a obtenu ainsi une poudre cristalline parfaitement blanche et légèrement soluble dans l'eau bouillante, d'où elle se dépose en cristaux microscopiques par refroidissement.

» Le précipité recueilli sur un disque à filtration a été séché, puis repris par environ vingt fois son poids d'éther bouillant (1).

» La liqueur éthérée, filtrée, puis évaporée à sec, a donné un dépôt abondant d'un acide fusible au-dessus de 300° dans un petit tube de verre, mais se volatilisant sans fondre sur une lame de platine chauffée.

» Cet acide est l'acide métaphthalique. Les propriétés que nous venons de décrire ne suffiraient pas à le caractériser, mais nous avons préparé son éther méthylique de la façon suivante :

» L'acide pulvérisé est traité par cinq fois son poids de perchlorure de phosphore à une température voisine de 100°; quand le mélange est liquéfié, on le porte à l'ébullition pendant quelques minutes, et on le verse dans l'alcool méthylique en excès; on étend d'eau; on reprend par l'éther. Ce dernier abandonne, par évaporation, une substance solide que l'on fait cristalliser dans l'alcool méthylique aqueux; on obtient ainsi de longues aiguilles feutrées qui, séchées, fondent à 64°; c'est le point de fusion de l'éther diméthylique de l'acide métaphthalique.

» La diéthylbenzine que nous avons obtenue est donc la métadiéthylbenzine (2).

» Sa densité à 0° = 0,8812. Son indice de réfraction, déterminé au moyen de l'appareil de M. Soret, est égal à 1,472 à 14°.

» Cette formation de diéthylbenzine, à l'aide du chlorure d'éthylmalonyle, est assez singulière; cependant, si l'on songe que la molécule de l'acide malonique est très électronégative, qu'un atome d'hydrogène est facilement remplaçable par un atome de métal, on comprendra que le radical éthyle, qui fait partie du chlorure d'éthylmalonyle, molécule plus électronégative encore, puisse, quoique étant uni directement à un atome de carbone, jouer à peu près le même rôle que s'il était à l'état d'éther éthylique.

» Indépendamment de la diéthylbenzine, il se forme encore dans cette

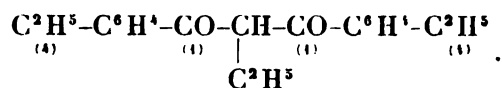
---

(1) Le résidu renferme un peu d'acide téréphtalique, ce qui montre qu'il se forme dans cette réaction un peu de paradiéthylbenzine.

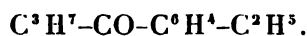
(2) Ce carbure a été obtenu par M. Voswinkel (*D. chem. G.*, 21, 2829) dans l'action du bromure d'éthyle sur la benzine en présence du chlorure d'aluminium.

( 197 )

réaction une diacétone, l'éthyldiéthylbenzoylméthane



» Ce corps distille dans le vide entre 270° et 275°. Il cristallise facilement dans l'alcool en aiguilles s'assemblant en mamelons. Cette diacétone fond à 88°-89°. Sous l'influence des alcalis, elle se dédouble en acide paraéthylbenzoïque et en propyle-éthylphénylacétone



Cette acétone bout à 150° sous 20<sup>mm</sup>; sa densité à 0° = 0,9800; son indice de réfraction, déterminé au moyen de l'appareil de M. Soret, est égal à 1,499 à 14° (1). »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Recherches du pneumocoque dans la pneumonie fibrineuse, consécutive à la grippe.* Note de MM. G. SÉE et F. BORDAS.

« Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie une Note relative aux recherches que nous avons faites à la clinique de l'Hôtel-Dieu sur le diplocoque de la pneumonie. Nos expériences ont porté sur un grand nombre de malades atteints de pneumonie fibrineuse, consécutive à la grippe, et à diverses périodes d'évolution de la maladie. Les résultats qui nous ont été fournis sont les suivants :

» 1° On rencontre toujours le diplocoque lancéolé de Pasteur-Talamon dans le poumon d'individus ayant succombé à la pneumonie fibrineuse ou lobaire. Dans ce cas, lesensemencements faits avec l'exsudat fibrineux ne fournissent pas une culture pure de pneumocoques; on rencontre un certain nombre de micro-organismes, tels que des streptocoques, *Pyogeous aureus*, etc.

» 2° En ponctionnant la rate, nous avons obtenu des cultures pures et très abondantes de diplocoques lancéolés.

» 3° Les lapins inoculés avec des cultures provenant du sang de la

---

(1) Travail fait au laboratoire de M. Friedel.

rate n'ont pas tardé à succomber avec tous les caractères de la pneumonie fibrineuse.

» 4° Nous n'avons *jamais* rencontré le diplocoque lancéolé dans le sang d'individus atteints de pneumonie, soit avant, soit immédiatement après la mort, sauf pourtant dans un cas où le malade a succombé à une infection généralisée et à des accidents méningitiques.

» Il en résulte que nous considérons la pneumonie, non seulement comme une maladie locale d'origine infectieuse, mais encore comme une maladie qui peut devenir *infectante*, en ce sens qu'elle peut envahir d'autres organes. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. - *Sur la respiration pulmonaire.* Note de M. CHR. BOHR, présentée par M. A. Chauveau.

« Dans une série d'expériences, j'ai étudié sur des chiens la tension des gaz dans le sang artériel et dans l'air expiré en même temps des poumons. Le but de ces recherches était d'éclaircir, par une comparaison entre les tensions des deux côtés des parois des vésicules pulmonaires, si l'échange gazeux dans les poumons est dû à une simple diffusion, ou si les éléments du tissu pulmonaire jouent un rôle actif dans le phénomène.

» Les méthodes employées et les détails des expériences seront décrits dans un Mémoire qui paraîtra prochainement. Je me borne ici à indiquer, dans ses traits principaux, le procédé que j'ai suivi pour déterminer la tension des gaz dans le sang. Le sang se rend directement d'une artère dans un appareil spécialement construit pour ces recherches, et où, sur une grande surface, il échange par diffusion ses gaz avec l'air de l'appareil; puis, après y avoir séjourné une fraction de minute, il rentre dans l'animal soumis à l'expérience par l'extrémité périphérique d'une artère coupée ou par une veine, et est aussitôt remplacé par une nouvelle portion de sang frais. On peut ainsi prolonger beaucoup la durée de l'expérience, tout en n'employant constamment que du sang frais qui ne séjourne que très peu de temps hors de l'animal. En outre, grâce à cette disposition, l'équilibre de l'échange par diffusion entre les gaz du sang et l'air de l'appareil s'établit rapidement; en analysant ensuite cet air et en notant la pression totale dans l'appareil, on peut calculer la tension partielle des différents gaz, et ces tensions sont identiques à celles qu'ils ont dans le sang.

» J'ai déjà, dans *Centralblatt für Physiologie*, 1887-88, publié quelques

expériences exécutées d'après cette méthode; l'air inspiré était dans toutes ces expériences de l'air atmosphérique pur. J'ai maintenant étendu le champ de ces recherches en y joignant des expériences où l'air inspiré renferme une quantité plus ou moins grande d'acide carbonique, condition qui semble devoir être très propre à stimuler l'activité spécifique des poumons, si toutefois cette activité est réelle.

» Les résultats de mes recherches peuvent se résumer dans les propositions suivantes :

» I. La tension des gaz, dans le sang artériel et dans l'air expiré en même temps des poumons, a, dans la plupart des cas, présenté des valeurs telles que les différences de pression des deux côtés des parois des vésicules pulmonaires ne peuvent être la force qui détermine la marche des gaz à travers le tissu des poumons.

» II. Le fait se manifeste surtout clairement dans l'inspiration d'un air renfermant de l'acide carbonique.

» III. La tension dans le sang artériel, tant en ce qui concerne l'acide carbonique que l'oxygène, est très variable dans les différents individus, même s'ils sont placés dans des conditions extérieures identiques; elle peut même, pendant de courtes périodes, varier chez le même individu, sans qu'il se produise de changement appréciable dans les conditions extérieures.

» Il est donc bien permis de considérer l'absorption et l'élimination des gaz à travers les poumons, comme analogues aux phénomènes qui, dans l'organisme, sont compris sous le nom de *sécrétions glandulaires*. De même que les autres organes, les poumons ne peuvent déployer leur activité spéciale que dans des limites étroites, marquées par les conditions physiques extérieures, comme le montrent les phénomènes connus qui se produisent lorsque l'organisme se trouve exposé à un air très pauvre en oxygène ou très riche en acide carbonique. Mais, en dehors de ces cas extrêmes, l'action spéciale du tissu pulmonaire est la principale cause déterminante de la tension des gaz dans le sang. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur le venin de la Salamandre terrestre.*

Note de M. ABEL DUTARTRE, présentée par M. A. Chauveau.

« Sans m'arrêter sur l'action convulsivante de la salamandrine, signalée et étudiée depuis longtemps sur les Mammifères, j'indiquerai, parmi les

nouveaux résultats de mes recherches, la diminution considérable du nombre des globules sanguins, déjà vue chez la Grenouille (Note du 1<sup>er</sup> avril) et que j'ai retrouvée chez les Mammifères.

» *Résumé d'une expérience.* — Le 22 mai, sur une petite chienne du poids de 3<sup>kg</sup>,780, on compte les globules sanguins, au moyen de l'hématimètre de Hayem : 7 192 000 par millimètre cube. Injection sous la peau du dos de 4<sup>cc</sup> d'une solution fraîche de venin contenant 1<sup>mg</sup>,23 de salamandrine par centimètre cube (1). Après vingt minutes, apparition des premiers accès convulsifs, salivation abondante, pupille fortement dilatée pendant les accès, qui se reproduisent rapidement et durent quelques heures sans présenter cependant de tétanos complet.

» Tous les deux jours, nouvelle injection de la même quantité de venin et numération des globules, dont le nombre diminue régulièrement de 300 000 à 400 000. La température rectale, pendant les accès convulsifs, qui ne diminuent guère d'intensité, est de 39° à 39°,5.

» Le 9 juin, nombre des globules 2 356 000.

» 11 juin : il m'est impossible de faire cette numération, le sang se coagulant dans la pipette malgré toutes les précautions prises. Les convulsions sont très violentes, avec tétanos complet : l'animal meurt par asphyxie. A l'autopsie faite de suite, je remarque la complète coagulation du sang dans les vaisseaux.

» Dans cette expérience et dans plusieurs autres, je n'ai pas remarqué d'accoutumance au venin; les convulsions peuvent devenir plus faibles, mais elles sont toujours en rapport avec la vigueur de l'animal. Je continue l'étude de la coagulation du sang et de l'hypersécrétion glandulaire.

» Chez les Invertébrés, l'action du venin varie suivant les groupes. Le Colimaçon et la Limace n'ont présenté aucun indice d'empoisonnement. Des Grillons et des Carabes ont eu une période convulsive très forte, suivie de léthargie qui a disparu dans les vingt-quatre heures.

» Les bactéries vivent et se multiplient rapidement dans la solution aqueuse de venin. Ce dernier ne contient cependant pas de microbes, du moins dans la région profonde des glandes. Desensemencements sur plaques de gélatine et dans différents bouillons n'ont montré aucune colonie;

---

(1) La solution aqueuse est préparée au moment de s'en servir, en recueillant le venin d'un même nombre de Salamandres, dans une quantité d'eau déterminée. On fait bouillir, on filtre pour séparer les albuminoïdes. 100<sup>cc</sup> de la solution servent à doser la salamandrine à l'état de chlorure. Dans une longue série d'expériences, la quantité de salamandrine par centimètre cube a varié de 0<sup>mg</sup>,96 à 1<sup>mg</sup>,5, moyenne 1<sup>mg</sup>,23. Les résultats sont aussi exacts qu'en se servant du chlorhydrate, qui me paraît un peu moins actif et qu'il est difficile de conserver pur.

les préparations faites avec le mucus de la surface en présentent, au contraire, de nombreuses.

» La salamandrine ne paraît pas exister dans le sang : l'injection de sérum (préparé selon la méthode de A. Mosso) n'a point produit d'intoxication ; l'étude chimique ne m'a donné aucun résultat.

» Outre la salamandrine, le venin contient un corps volatil à la température ordinaire, qui lui donne son odeur musquée caractéristique, mais que jusqu'alors je n'ai pu recueillir et analyser.

» La larve aquatique ne présente pas de venin comparable à celui de l'adulte.

» La salamandrine rentre dans le groupe des leucomaines : les autres Batraciens, Crapaud, Triton, présentent des produits semblables, bien que leur action physiologique soit différente. J'en ai encore trouvé dans la Grenouille verte ou rousse, et des recherches commencées sur l'épiderme de quelques poissons m'ont déjà montré des corps analogues (1). »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sélénétropisme*. Note de M. CH. MUSSET, présentée par M. Duchartre.

« Dans la séance du 5 mars 1883, j'avais l'honneur de présenter à l'Académie quelques résultats de mes expériences sur l'action fléchissante et directrice de la lumière réfléchiée par la Lune, sur des semis de plantes germées à l'obscurité complète. On a reproché à ces résultats de s'adresser à des plantes étiolées, malades ; c'est sur des plantes ayant poussé librement et à toutes les expositions qu'ont porté mes observations actuelles.

» Du 10 juillet au 14 août dernier, j'ai profité d'une saison florale que j'ai faite à Prémol, pour contrôler mes observations antérieures sur le sélénétropisme (2) ; Prémol est une maison forestière sise à 1100<sup>m</sup> d'altitude, au milieu d'une forêt de Sapins et d'Épicéas, entrecoupée de larges prairies d'une richesse florale vraiment exceptionnelle. Cette forêt, qui commence à 900<sup>m</sup> d'altitude, atteint celle de 1500<sup>m</sup> ; on a donc là un vaste champ d'étude, et les expositions diverses permettent de contrôler les différentes observations.

---

(1) Laboratoire de Zoologie de la Faculté de Besançon.

(2) Dans ces observations, le zèle de mon fils, Gabriel Musset, Inspecteur adjoint des Forêts, m'a été d'un précieux concours.

» Pendant les nuits exceptionnellement sereines des 11, 12, 13 et 14 juillet, et de même pendant celles des 9, 10, 11, 12 et 13 août, j'ai relevé avec exactitude la position des axes floraux d'un très grand nombre de plantes, par rapport au cours de notre satellite. Voici mon procédé d'observation : à 6<sup>h</sup> du soir, je relevais l'orientation des plantes que je devais observer pendant la nuit. Le nombre en est grand ; voici les principales : *Orchis globosa*, *Geum montanum*, *Sonchus Plumieri*, *Leucanthemum vulgare*, *Papaver Rhaeas*, *Lychnis Githago*, *Prenanthes purpurea*, divers *Hieracium*, etc., etc. Je plaçais un jalon en arrière et près de la plante et un deuxième en avant, de manière que le plan de courbure du pédicelle fût ainsi déterminé ; à partir de 10<sup>h</sup> du soir jusqu'à 2<sup>h</sup>, 3<sup>h</sup> et 4<sup>h</sup> du matin, je relevais les différentes orientations des plantes, à l'aide de jalons placés en avant et circulairement par rapport au jalon situé en arrière comme centre. Tous les relevés de ces diverses orientations donnent la même conclusion et prouvent l'action fléchissante et directrice que la lumière lunaire exerce sur ces plantes. La courbure que prennent les plantes est parfois même exagérée, par suite du poids de la rosée et aussi des gouttes de sève aqueuse, exsudées de la surface même des feuilles et dues, ainsi que l'a démontré le premier M. Duchartre, à une transpiration arrêtée ; il est utile, dans ce cas, d'agiter légèrement les plantes pour les alléger de ce fardeau. Les plantes les mieux situées pour ces sortes d'observations sont celles qui croissent spontanément sur les ruines de l'ancien couvent des Chartreuses ; celles-là, par leur orientation variable de 10<sup>h</sup> du soir à 4<sup>h</sup> du matin, ne laissent aucun doute sur le phénomène du sélénotropisme.

» Ainsi se trouve démontrée, par l'observation directe, l'influence de la lumière lunaire sur les mouvements d'un grand nombre de plantes ; n'en a-t-elle pas d'autres ? »

MINÉRALOGIE. — *Sur la reproduction artificielle de la malachite.* Note de M. A. DE SCHULTEN, présentée par M. Fouqué.

« Pour préparer ce minéral artificiellement, je chauffe une solution de carbonate de cuivre précipité dans du carbonate d'ammonium, dans une fiole au bain-marie, pendant huit jours. On doit remplir la fiole jusqu'au col et renouveler de temps en temps l'eau qui s'est évaporée, pour que la volatilisation du carbonate d'ammonium se fasse lentement. A mesure que le



carbonate d'ammonium se volatilise, le carbonate de cuivre se dépose sous la forme d'une croûte cristalline verte, adhérente aux parois de la fiole. Cette croûte se couvre peu à peu de petits cristaux verts, très nets, de malachite. Leur composition est bien celle de la malachite naturelle :



ainsi que le montrent les nombres suivants donnés par l'analyse :

|                       | Trouvé.        | Calculé.      |
|-----------------------|----------------|---------------|
| CuO.....              | 71,33          | 71,95         |
| CO <sup>2</sup> ..... | 19,72          | 19,91         |
| H <sup>2</sup> O..... | 8,95 par diff. | 8,14          |
|                       | <u>100,00</u>  | <u>100,00</u> |

» Chauffés au rouge, les cristaux perdent de l'eau et de l'acide carbonique, et se transforment en oxyde de cuivre noir. La perte s'élève à 28,71 pour 100 (calculé pour 2CuO, CO<sup>2</sup>, H<sup>2</sup>O, 28,05 pour 100).

» La densité des cristaux est 3,86 à 15°; celle des cristaux naturels est 3,7-4°, 1.

» La malachite artificielle raye facilement le calcaire; elle est rayée par la fluorine; sa dureté est ainsi environ 3,5; celle de la malachite naturelle est 3,5 à 4.

» Au point de vue cristallographique, la malachite artificielle est aussi identique à la malachite naturelle. Les cristaux artificiels ont environ 0<sup>mm</sup>,05 de longueur, 0<sup>mm</sup>,015 de largeur et 0<sup>mm</sup>,008 d'épaisseur; les plus longs atteignent exceptionnellement 0<sup>mm</sup>,1. On observe les faces  $h'$  (100),  $g'$  (010),  $p$  (001) et  $m$  (110). Les cristaux sont allongés suivant l'arête  $h'g'$ . La face la plus développée est  $h'$ . Sur cette face, les extinctions sont longitudinales.

» L'angle aigu de la face  $g'$  est égal à environ 62°. L'angle correspondant chez la malachite naturelle est 61°57' d'après M. Nordenskiöld.

» Les macles sont fréquentes comme chez les cristaux naturels. Elles se font suivant  $h'$  comme face de jonction, avec axe de rotation perpendiculaire à cette face. Il est à remarquer que les macles se trouvent principalement sur les parois de la fiole qui sont restées les moins chaudes pendant la cristallisation de la matière.

» Le plan des axes optiques est compris dans  $g'$ . Sur cette face, l'angle d'extinction par rapport à l'arête  $h'g'$  est de 23°. Le signe d'allongement est négatif. En observant en lumière polarisée convergente sur la face  $h'$ ,

on constate que cette face est peu éloignée d'une perpendiculaire à la bissectrice obtuse, que l'angle obtus des axes optiques est grand et que la trace du plan de ces axes est parallèle à l'arête  $h'g'$ . La bissectrice aiguë qui possède le signe de cette trace est donc négative.

» Les cristaux, vus sur la face  $g'$  entre les nicols croisés en lumière parallèle, quoique épais seulement de  $0^{\text{mm}},008$ , offrent la teinte verte du commencement de la seconde gamme de Newton. La biréfringence maxima de la substance est donc d'environ  $0,080$ . Toutes ces données cristallographiques et optiques concordent avec ce que l'on sait de la malachite naturelle. »

GÉOLOGIE. — *Sur la présence de fossiles alpins dans le callovien de l'ouest de la France.* Note de M. A. DE GROSSOUVRE, présentée par M. Daubrée.

« Le callovien qui affleure à l'est et à l'ouest du massif primitif de la Vendée renferme une faune dont certains éléments ne se retrouvent nulle part ailleurs dans les assises de même âge du bassin de Paris et caractérisent au contraire le callovien des Alpes et des Carpathes.

» Déjà depuis longtemps, Deslongchamps a fait connaître l'existence à Montreuil-Bellay de *Rhynchonella trigona*, espèce caractéristique des calcaires blancs calloviens de Vils (Tyrol), qui n'a encore été signalée en France qu'à la Voulte. Il décrit du même gisement une Rhynchonelle spéciale, *Rh. acutiloba*, qui paraît se rattacher aux *Rh. monsalvensis* et *fastigata* Gilliéron, des Alpes de Fribourg; nous avons retrouvé ce Brachiopode aux environs de Moncontour.

» Dans ces deux mêmes localités, nous avons recueilli *Terebratula antipecta* Buch, espèce bien connue de Vils.

» De Montreuil-Bellay nous avons en outre une Ammonite complètement identique à un échantillon des Klippen de la Galicie (Babierzowska près Neumarkt), figuré par Uhlig sous le nom de *Sphaeroceras*, nf., cf. *Brongniarti* Sowerby.

» Sur l'autre versant du massif de la Vendée, nous avons recueilli, dans une tournée faite avec M. Chartron, membre de la Société géologique, une Térébratule du groupe de la *nucleata* (*Pygope*), très voisine d'une forme de Neumarkt décrite et figurée par Uhlig sous le nom de *T. tenuiplicata* et présentant aussi quelques analogies avec *T. bifrons*, opp.; une Térébratelle du groupe de *Terebratella bivallata*, espèce du callovien de la Voulte, et enfin *Rh. acutiloba* déjà signalée sur le versant oriental.

» M. Choffat nous a fait connaître que le callovien du cap Mondégo (Portugal) présentait une faune très analogue à celle dont nous venons de parler.

» La présence inattendue de cette colonie de fossiles alpins dans le callovien de l'ouest de la France montre donc que la courbe qui limite le facies alpin du facies septentrional, courbe dont Neumayr a montré la signification et l'importance, fait, à partir de la Voulte, une pointe très prononcée vers le nord jusqu'à la vallée de la Loire, aux environs de Saumur, pour redescendre de là directement vers le Portugal. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Les orages magnétiques et les aurores boréales des années 1842 à 1857.* Note de M. CH.-V. ZENGER, transmise par M. Janssen.

« J'ai comparé les Tables des orages magnétiques de M. Airy avec les Tables des aurores boréales de M. Rubenson, pour mettre en évidence que ces phénomènes sont simultanés sur les continents européens et américains, ce qui montre leur origine extra-terrestre.

» En outre, j'ai comparé les jours des orages magnétiques et des aurores boréales aux jours de la période solaire de 12,6 jours et aux jours du passage des essaims périodiques d'étoiles filantes de l'année terrestre. La coïncidence presque rigoureuse des dates conduit à cette conclusion, que les phénomènes électriques produits par l'induction solaire et par la décharge électrique directe entre les essaims d'étoiles filantes et les couches supérieures de l'atmosphère terrestre sont les causes cosmiques qui produisent simultanément les orages magnétiques et les aurores boréales, parfois sur les deux hémisphères à la fois.

» La décharge électrique se produisant toujours aux points de moindre résistance, on conçoit aisément comment cette décharge peut atteindre parfois seulement certaines parties des continents, tandis que, si la différence de potentiel de l'électricité terrestre et cosmique devient très grande, les décharges d'électricité cosmiques peuvent atteindre l'atmosphère et la surface du globe terrestre entier. Un coup d'œil sur la Table contenant le premier trimestre de l'année terrestre, janvier-mars, fait ressortir la justesse de ces remarques.

*Table des orages magnétiques à Greenwich et des aurores boréales en Suède.  
observés depuis 1842 à 1857.*

| Dates. | Orages<br>magnétiques. | Aurores boréales.  | Jours                        |   |
|--------|------------------------|--|------------------------------|---|
|        |                        |  | de<br>la période<br>solaire. | du passage<br>des<br>essaims périodiques. |
| 1842   | janv. : 1              | janv. : 1 Göteborg.  | janv. : 1                    |   |
| 1843   | 2                      | Id.  |                              | janv. : 2, 3                              |
| 1852   | 4                      | 6 Wimmerby.  |                              |   |
| 1854   | 8                      | 2 Malmö, magnifique.   |                              |   |
| 1845   | 9                      | 6 Skee et Nantes.<br>9 Skee et États-Unis.   |                              |   |
| 1853   | 10                     | 7 Hedesunda.<br>10 Id.   |                              |   |
| 1848   | 16                     |  | 13                           |   |
| 1851   | 16                     |  |                              |   |
| 1852   | 19                     | 17 Wimmerby.<br>20 Id.   |                              | 15, 19, 21                                |
| 1854   | 20                     |  |                              |   |
| 1851   | 19                     | 22 Wimmerby.<br>23 Upsala, Stockholm.  |                              |   |
| 1848   |                        | 23 Norderkalix.<br>24 Stockholm.   |                              |   |
| 1848   | 28                     | 26 Hedesunda.<br>28 Stockholm, Hede-<br>sunda, Oestad.   |                              | 31  |
| 1843   | févr. : 6              | févr. :  | févr. : 8                    | févr. : 6, 7                              |
| 1843   | 16                     | 16 Morup.  |                              |   |
| 1852   | 14, 15                 | 12 Wimmerby.   |                              | 10  |
| 1852   | 17                     | 13 Nordkoster, flam-<br>boyante.   |                              | 19  |
| 1852   | 18                     | 14 Nordkoster, flam-<br>boyante.   |                              |   |
| 1852   | 19                     | 15 Nordkoster, flam-<br>boyante.   |                              |   |
| 1852   | 20                     | 16 Skee et Nordkoster,<br>flamboyante.   |                              |   |
| 1852   | 21                     | 17 Nordkoster, flam-<br>boyante.<br>18 Göteborg, ciel cou-<br>vert.<br>19 Karlsbrona, magni-<br>fique.<br>20 Nordkoster, flam-<br>boyante. | 20                           |   |

| Dates. | Orages<br>magnétiques. | Aurores boréales.  | Jours                        |   |
|--------|------------------------|--|------------------------------|---|
|        |                        |  | de<br>la période<br>solaire. | du passage<br>des<br>essaims périodiques. |
|        |                        | févr. : 21 Göteborg, forte,<br>rayonnante.                       |                              |   |
|        |                        | 23 Gelle, immobile,<br>intense.                                  |                              |   |
| 1854   | févr. : 16             | 15 Wimmerby, tran-<br>quille.                                    |                              |   |
| 1854   | 24                     | 16 Söderhamm, belle.   |                              |   |
| 1854   | 25                     | 25 Nordkoster, lueurs.   |                              |   |
|        |                        | 26 Nederkalix, extra-<br>ordinaire et ma-<br>gnifique.           |                              |   |
| 1843   | 24                     | 24 Falun, Upsala.  | févr. : 20                   | févr. : 19                                |
| 1851   | 18                     | 19 Stockholm, faible<br>rayonnante.                              |                              |   |
|        |                        | 20 Stockholm, faible<br>rayonnante.                              |                              |   |
| 1848   | 20                     | 22 Upsala, forte.  |                              |   |
| 1848   | 21                     | 24 Falun, rayonnante.  |                              |   |
| 1848   | 22                     |  |                              |   |
| 1848   | 23                     |  |                              |   |
| 1848   | 24                     |  |                              |   |
| 1850   | 22                     | 22 Söderhamm, forte<br>et extraordin.                            |                              |   |
|        | 23                     |  |                              |   |
| 1845   | 24                     | 24 En Suède et dans<br>le Connecticut.                           |                              |   |
| 1847   | 24                     | 22 Vinberg et Genève.  |                              |   |
| 1842   | 24                     | 16 Strengnäs.  |                              |   |
| 1857   | 26                     | 19 Tuna, intense, ciel<br>couvert.                               |                              |   |
|        |                        |  | mars : 5                     | mars : 1, 2, 4                            |
| 1847   | mars : 1               |  |                              |   |
| 1853   | 7                      | mars : 14 Filipstad. Skee,<br>sombre, et Ge-<br>nève, brillante. |                              | 16  |
| 1853   | 8                      |  |                              |   |
| 1853   | 11                     |  |                              |   |
| 1854   | 6                      | 2 Stockholm, Wim-<br>merby.                                      |                              |   |
| 1854   | 15                     | 15 Wimmerby.   |                              |   |
| 1855   | 16                     | 16 Id.   | 18                           |   |

| Dates. | Orages<br>magnétiques. | Aurores boréales.   | Jours                        |  |
|--------|------------------------|---|------------------------------|--|
|        |                        |   | de<br>la période<br>solaire. | du passage<br>des<br>essais périodiques. |
| 1855   | mars : 12              | mars : 9 Nordkoster, lueurs.<br>10 Stockholm.<br>11 Nordkoster, lueurs. |                              |  |
| 1857   | 13                     |   |                              |  |
| 1848   | 17                     | 19 Stockholm.   |                              |  |
| 1848   | 20                     | 20 Wimmerby, rayon-<br>nante.   |                              |  |
| 1845   | 26                     |   |                              |  |
| 1844   | 29                     |   |                              |  |
|        | 30                     |   |                              |  |
| 1849   | 31                     | 28 Wimmerby.  | mars : 31                    |  |

M. **DUMÉNIL** annonce que, d'après ses observations, l'étoile *Mira Ceti*, après avoir présenté, du 31 juillet 1889 au 3 octobre, une grandeur variable entre 4 et 5, a atteint la grandeur 6, qu'elle a conservée du 30 octobre 1889 au 10 janvier 1890.

M. le D<sup>r</sup> **BERGERON** adresse, d'Étoile (Drôme), une Note relative au tubage du larynx dans l'asphyxie du croup.

A 3 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

J. B.

---

### ERRATA.

---

(Séance du 20 janvier 1890.)

Note de M. *Rud. Wolf*, Sur la statistique solaire de l'année 1889 :

Page 123, dernière ligne, au lieu de  $r = 6',04$ , lisez  $r = 6',04$ .

---

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

### DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

SÉANCE DU LUNDI 3 FÉVRIER 1890,

PRÉSIDENTE DE M. HERMITE.

---

#### MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur les noyaux de la grande comète II de 1882.*

Note de M. F. TISSERAND.

« I. Découverte dans les premiers jours de septembre, cette magnifique comète devint bientôt visible en plein jour, à l'œil nu, près du Soleil. Elle est remarquable par sa très petite distance périhélie (un peu plus d'une fois et demie le rayon du Soleil) qui la rapproche des grandes comètes de 1843 et 1880, avec lesquelles son orbite présente d'ailleurs d'autres points de ressemblance. Mais je veux m'occuper ici surtout des apparences curieuses qu'a présentées son noyau. Rond et très petit dans le voisinage du périhélie, quand les astronomes du Cap le voient en contact avec le disque du Soleil, il s'allonge dès le 22 septembre; le 30, Finlay

y distingue deux points plus brillants. Plus tard, on en compte jusqu'à cinq, qui resteront toujours rangés en ligne droite. Ainsi, dans la tête de la comète, la matière n'est pas distribuée d'une manière uniforme; il existe plusieurs centres de condensation avec des diamètres apparents de 1" ou 2". Leurs distances mutuelles changent avec le temps, mais ces noyaux partiels demeurent constamment sur une même droite qui tourne progressivement autour du noyau principal.

» II. Il y a là des conditions spéciales pour le développement des noyaux secondaires. Je me propose de démontrer qu'on peut s'en rendre compte d'une manière simple, en faisant abstraction des attractions mutuelles qui sont certainement très petites, et considérant les divers noyaux comme de petites comètes soumises seulement à l'attraction du Soleil, se mouvant sur des ellipses fort allongées, ayant un même périhélie où elles passent presque en même temps et des grands axes différents, mais dirigés suivant la même droite. Près du périhélie les mobiles sont très rapprochés et enveloppés par une nébulosité assez dense; on ne voit que l'ensemble, sans pouvoir distinguer les détails. Cela devient possible plus tard, quand les centres de condensation se sont séparés de quantités notables et que le reste de la nébulosité s'est affaibli en se répandant sur une surface plus étendue. J'ai pris pour base de mon travail un Mémoire très complet de M. H. Kreutz (1). Je désignerai avec cet auteur les noyaux par les chiffres 1, 2, 3, 4, 5; 2 est le plus brillant; c'est à lui que se rapporte l'orbite calculée; 3 vient ensuite avec un éclat peu différent, puis 4, et enfin 1 et 5 qui sont très faibles et dont on a peu d'observations. La droite 1-5 est supposée située dans le plan de l'orbite de 2, et fait avec le prolongement du rayon vecteur mené de 2 au Soleil, en sens contraire du mouvement de la comète, un angle aigu  $\gamma$  qui, dans l'intervalle des observations, diminue constamment de  $21^\circ$  à  $9^\circ$ . 1 est le point le plus voisin du Soleil; les autres suivent dans l'ordre des chiffres, 5 étant le plus éloigné, par conséquent du côté de la queue.

» III. Soient  $r$  et  $v$  les coordonnées polaires héliocentriques de 2 (rayon vecteur et anomalie vraie),  $r + \delta r$ ,  $v + \delta v$  celles de l'un quelconque des autres noyaux, 3 par exemple. On aura, en supposant que les éléments  $q$  et  $T$  (distance périhélie et temps du passage au périhélie) soient

---

(1) *Untersuchungen über das Cometensystem* 1843 I, 1880 I und 1882 II, I Theil. Kiel, 1888.



les mêmes pour tous les noyaux et que l'excentricité  $e$  varie seule de l'un à l'autre, de petites quantités que nous représenterons généralement par  $\delta e$ ,

$$(1) \quad \delta r = \frac{\partial r}{\partial e} \delta e, \quad \delta v = \frac{\partial v}{\partial e} \delta e.$$

» Un triangle infinitésimal que l'on aperçoit immédiatement donne

$$(2) \quad \text{tang } \gamma = - \frac{r \frac{\partial v}{\partial e}}{\frac{\partial r}{\partial e}} = - \frac{r \frac{\partial v}{\partial e}}{\frac{\partial r}{\partial e}}.$$

$\delta e$  a disparu de cette expression;  $\gamma$  est donc le même pour les divers noyaux qui resteront bien toujours en ligne droite. Il est vrai que le même raisonnement s'appliquerait encore si l'on faisait varier l'un des autres éléments  $T$  ou  $q$  au lieu de  $e$ ; mais on ne représenterait pas ainsi les observations comme nous allons le faire. Nous nous occuperons d'abord des noyaux 2 et 3 qui ont été observés beaucoup plus souvent que les autres. On peut déduire des observations les distances angulaires  $s$  des noyaux 2 et 3 vers la Terre, et les valeurs de  $\gamma$  [ce sont les angles  $(u - u_0)_e$  du Tableau de M. Kreutz, pages 91 et 92 de son Mémoire; ils ne résultent pas immédiatement des observations, mais s'en déduisent par des calculs faciles].

|     |   | $s.$                          | $\gamma.$ |
|-----|---|-------------------------------|-----------|
| (A) | { | 1882. Octobre . . . . . 3,26  | " 21,4    |
|     |   | » » . . . . . 21,26           | 11,0 16,2 |
|     |   | » Novembre . . . . . 3,26     | 15,5 13,4 |
|     |   | » » . . . . . 19,26           | 20,3 11,9 |
|     |   | » Décembre . . . . . 3,26     | 23,0 13,9 |
|     |   | » » . . . . . 28,26           | 26,0 9,5  |
|     |   | 1883. Janvier . . . . . 31,26 | 35,0 9,1  |

» On a d'ailleurs, d'après M. Kreutz,

$$\log q = \bar{3},8893666, \quad e = 0,9999078, \quad \text{révolut.} = 772^{\text{ans}},$$

$$T = 1882, \text{ sept. } 17,26, \quad \dots$$

» On peut prendre ensuite avec une précision suffisante (OPPOLZER,

*Bahnbestimmung*, t. II, p. 401):

$$(3) \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{r} \frac{\partial r}{\partial e} = \frac{1}{8} \sin^2 \nu \left[ 2 + \theta + \operatorname{tang}^2 \frac{1}{2} \nu + \left( \frac{1}{5} - \frac{3}{35} \theta \right) \operatorname{tang}^4 \frac{1}{2} \nu \right], \\ \frac{\partial \nu}{\partial e} = -\frac{1}{4} \sin \nu \cos^2 \frac{1}{2} \nu \left[ -1 + \left( 1 + \frac{4}{5} \theta \right) \operatorname{tang}^2 \frac{1}{2} \nu \right. \\ \qquad \qquad \qquad \left. + \left( \frac{4}{5} - \frac{4}{35} \theta \right) \operatorname{tang}^4 \frac{1}{2} \nu \right], \\ \theta = \frac{1-e}{1+e} \operatorname{tang}^2 \frac{1}{2} \nu. \end{array} \right.$$

» On trouve aisément, pour les époques considérées,

$$(B) \quad \left\{ \begin{array}{ll} \frac{1}{r} \frac{\partial r}{\partial e} & \frac{\partial \nu}{\partial e} \\ + 9,12 & - 3,73 \\ + 15,04 & - 4,83 \\ + 18,64 & - 5,40 \\ + 22,66 & - 5,97 \\ + 25,90 & - 6,39 \\ + 31,25 & - 7,03 \\ + 37,87 & - 7,75 \end{array} \right.$$

» Il en résulte pour  $\gamma$ , par la formule (2), des valeurs  $\gamma_c$ , que nous transcrivons ci-dessous.

$$(C) \quad \left\{ \begin{array}{lll} \gamma_c & \gamma_0 & \gamma_c - \gamma_0 \\ 22,2 & 21,4 & + 0,8 \\ 17,8 & 16,2 & + 1,6 \\ 15,8 & 13,4 & + 2,4 \\ 14,7 & 11,9 & + 2,8 \\ 13,9 & 13,9 & 0,0 \\ 12,7 & 9,5 & + 3,2 \\ 11,6 & 9,1 & + 2,5 \end{array} \right.$$

» L'accord est satisfaisant. Si l'on prend en effet les valeurs isolées de  $\gamma_c$  (p. 88-91 du Mémoire de M. Kreutz), on pourra se convaincre que les observations sont sujettes, comme il était facile de s'y attendre, à des erreurs assez notables, et qu'en somme nos valeurs de  $\gamma_c$  y satisfont presque aussi bien que les valeurs pondérées employées pour  $\gamma_0$ . Cependant, la série des signes + des résidus (C) est systématique; on la fera disparaître facilement par la plus légère modification apportée à l'un des éléments  $q$  et  $\omega$ . Nous reviendrons bientôt sur ce point avec détail dans le *Bulletin astronomique*.

» IV. Le triangle infinitésimal considéré plus haut donne encore

$$\frac{\partial r}{\cos \gamma} = (2-3);$$

on a, d'ailleurs,

$$(2-3) = \frac{\Delta \sin s}{n_c},$$

où  $\Delta$  désigne la distance de la comète à la Terre, et  $n_c$  un facteur numérique réduit en Table par M. Kreutz (p. 91). Il en résulte

$$s = \frac{r n_c}{\Delta \cos \gamma} \frac{1}{r} \frac{\partial r}{\partial e} \frac{\partial e}{\sin i''}.$$

» En remplaçant  $s$  et  $\frac{1}{r} \frac{\partial r}{\partial e}$  par leurs valeurs (A) et (B), on obtient les équations suivantes

|     |   | Résidus.                                  |       |
|-----|---|---|-------|
| (D) | { | 11,0 = 6,07 $\frac{\partial e}{\sin i''}$ | + 1,0 |
|     |   | 15,5 = 9,12                               | + 0,4 |
|     |   | 20,3 = 12,28                              | 0,0   |
|     |   | 23,0 = 13,95                              | - 0,1 |
|     |   | 26,0 = 16,70                              | - 1,6 |
|     |   | 35,0 = 21,00                              | - 0,3 |

On en tire

$$\frac{\partial e}{\sin i''} = 1'',653.$$

Les résidus sont parfaitement acceptables, et c'est une seconde preuve en faveur de notre hypothèse.

» V. Passons au noyau 4. On a les observations suivantes des distances 2-3 et 3-4 :

|                 | 2-3.  | 3-4. | $\frac{3-4}{2-3}$ . |
|-----------------|-------|------|---------------------|
| Novembre 3..... | 14,65 | 9,3  | 0,635               |
| » 6.....        | 16,5  | 10,2 | 0,618               |
| » 19.....       | 20,3  | 12,7 | 0,626               |
| Février 27..... | 34,6  | 22,3 | 0,645               |

Pour le 3 novembre, on a pris la moyenne de deux observations. On a déduit des nombres ci-dessus les valeurs du rapport  $\frac{3-4}{2-3}$ ; cette quantité est restée, comme on voit, sensiblement constante et égale à 0,631. On trouvera donc la trajectoire du noyau 4 en conservant les éléments T et  $q$  de 2,

et augmentant l'excentricité de  $1,631\delta e$ ,  $\delta e$  correspondant au noyau 3. On obtient ainsi, pour les noyaux 2, 3 et 4, les excentricités suivantes :

$$0,9999078, \quad 0,9999158, \quad 0,9999209.$$

Si l'on adopte 772 ans pour durée de révolution du noyau principal, on trouve 885 ans et 972 ans pour les noyaux 3 et 4. On voit donc que la comète primitive de 1882 se trouve maintenant remplacée par trois autres de périodes différentes.

» Les observations du noyau 1 sont peu nombreuses et ne semblent pas devoir fournir des résultats concordants avec celles de 2, 3 et 4. Ainsi elles donnent en novembre  $1-2 < 2-3$ , et c'est l'inverse qui a lieu en février; peut-être n'a-t-on pas observé la même condensation dans les deux cas. Il est regrettable que nous ne puissions pas tirer de conclusion pour le noyau 1; car, étant plus voisin du Soleil que 2, il a dû donner naissance à une autre comète à période plus courte. Outre les fragments du noyau, dans lesquels nous voulons voir déjà de petites comètes indépendantes, les observations ont montré autour de la comète principale plusieurs nébulosités qui en étaient nettement séparées, et l'accompagnaient néanmoins dans des orbites voisines, comme le calcul l'a montré pour l'une d'elles. Tous ces corps, fragments du noyau, comètes secondaires, vont augmenter le groupe formé par les comètes de 1843, 1880 et 1882, groupe dont nous ne connaissons encore, probablement, qu'une partie des membres.

» VI. La grande comète de 1882 portait donc en elle des germes profonds de division. A quelle cause les attribuer? La réponse n'est pas facile à donner. Il est impossible cependant de ne pas penser à la très petite distance à laquelle la comète a passé du Soleil, et à la vitesse énorme qu'elle possédait alors. Il suffirait, pour obtenir  $\delta e = 0,0000131$ , d'une variation relative quatre fois plus petite, environ  $\frac{1}{2000000}$ , dans la grandeur de la vitesse périhélie. Cette variation minime peut être produite par des actions intérieures, chocs, attractions mutuelles, explosions provenant d'un développement excessif de chaleur, rotation du noyau, etc.; nous ne pouvons, en l'état, rien préciser.

» Les éléments des grandes comètes de 1843, 1880 et 1882 présentent de grands points de ressemblance; pour les deux premières, notamment,  $\Omega$ ,  $i$ ,  $\varpi$  et  $q$  ont des valeurs très voisines. C'est surtout la différence des excentricités qui est la cause des révolutions très différentes (533 ans et 37 ans). En songeant à ce qui s'est passé pour les noyaux de la comète de

1882, on serait porté à penser, mais c'est une simple conjecture, que la comète de 1880 pourrait être un fragment de celle de 1843. On comprendrait dès lors qu'on n'ait pas abouti dans la recherche des apparitions antérieures de la comète de 1880. Le malheur est, pour cette supposition, qu'on n'a pas aperçu de fragment dans la comète de 1843. Cependant je vois dans les descriptions qui la concernent que le noyau présentait des scintillements, et qu'il y eut une queue secondaire qui devint, à un moment donné, plus longue que la queue principale, et qui sembla plus tard en être complètement détachée. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les racines d'une équation algébrique.*  
Note de M. A. CAYLEY.

« Je reprends la théorie des racines de l'équation  $f(u) = 0$ ; au lieu de la surface  $c - z = P^2 + Q^2$ , il convient de considérer la surface  $(c - z)^2 = P^2 + Q^2$ , en faisant attention seulement aux valeurs de  $z$  positives et pas plus grandes que  $c$ . La théorie est très peu changée; les contours sont les mêmes qu'auparavant, mais ils appartiennent à des altitudes différentes; et, au lieu de maxima  $z = c$  pour  $P = 0$ ,  $Q = 0$ , on a des points coniques, c'est-à-dire, dans l'île montagneuse, au lieu d'un sommet arrondi de montagne, on a un cône ou un pic.

» Mais avec la nouvelle surface, on construit graphiquement l'approximation de Newton : partant d'une valeur réelle ou imaginaire approximative  $u$ , on obtient la nouvelle valeur

$$u_1 = u + h = u - \frac{f(u)}{f'(u)}.$$

Je représente  $u$  par le point  $(x, y, z)$  de la surface  $(c - z)^2 = P^2 + Q^2$ , ou le point  $(x, y)$  du plan des sommets  $z = c$ ; et, de même,  $u_1$  par le point  $(x_1, y_1, z_1)$  de la surface, ou  $(x_1, y_1)$  du plan des sommets : cela étant, si, par le point  $(x, y, z)$  de la surface, on mène la droite de plus grande pente (droite tangente à la surface et perpendiculaire au contour), cette droite rencontrera le plan des sommets en un point  $(x_1, y_1)$ , et l'on obtient ainsi le point  $(x_1, y_1, z_1)$  de la surface, qui représente la valeur cherchée  $u_1$ . En particulier, si les coefficients de  $f(u)$  sont réels, on a

$$Q = 0;$$

l'équation  $(c - z)^2 = P^2 + Q^2$  devient

$$(c - z)^2 = P^2,$$

c'est-à-dire

$$c - z = \pm P$$

ou enfin

$$c - z = \pm f(x),$$

et la section verticale de l'île est formée par des parties de ces deux courbes symétriques : pour la théorie géométrique, on peut évidemment y substituer la seule courbe  $c - z = f(x)$ .

» J'ai proposé, il y a plus de dix ans (*Amer. math. Journ.*, t. II, 1879), le problème que je nomme *Newton-Fourier imaginary Problem*, et dans une Note (*Quart. math. Journ.*, t. XVI, 1879), *Application of the Newton-Fourier method to the imaginary root of an equation*, j'ai considéré le cas d'une équation quadratique. Pour l'équation  $u^2 - 1 = 0$ , on a

$$u_1 = u - \frac{u^2 - 1}{2u} = \frac{1}{2} \left( u + \frac{1}{u} \right);$$

cela donne

$$u_1 - 1 = \frac{1}{2u} (u - 1)^2, \quad u_1 + 1 = \frac{1}{2u} (u + 1)^2,$$

et de là

$$\frac{u_1 - 1}{u_1 + 1} = \left( \frac{u - 1}{u + 1} \right)^2.$$

» Cette dernière équation a rapport aux deux racines  $+1$  et  $-1$ , et, quoiqu'elle donne les résultats les plus élégants, cependant, en vue de la théorie générale, il vaut mieux considérer l'équation  $u_1 - 1 = \frac{1}{2u} (u - 1)^2$  qui se rapporte à la seule racine  $+1$ .

» Je remarque d'abord que la formule originale  $u_1 = \frac{1}{2} \left( u + \frac{1}{u} \right)$  donne

$$x_1 = \frac{1}{2} x \left( 1 + \frac{1}{x^2 + y^2} \right), \quad y_1 = \frac{1}{2} y \left( 1 - \frac{1}{x^2 + y^2} \right);$$

donc les valeurs de  $x$  et  $x_1$  seront à la fois positives ou négatives, et ainsi l'on peut ne faire attention qu'aux valeurs positives. Cela étant, nous avons

$$x_1 + iy_1 - 1 = \frac{(x + iy - 1)^2}{2(x + iy)}.$$

Désignons par A le point  $(0, 1)$ , par B le point  $(0, -1)$ , par o le point  $(0, 0)$ ; et aussi par P le point  $(x, y)$ , et de même par P<sub>1</sub> le point  $(x_1, y_1)$ ;

( 217 )

écrivons aussi  $x + iy = se^{i\varphi}$ ,  $x + iy - 1 = re^{i\theta}$ ,  $x_1 + iy_1 = r_1 e^{i\theta}$ ; l'équation est

$$r_1 e^{i\theta} = \frac{1}{2} \frac{r^2 e^{2i\theta}}{se^{2\varphi}};$$

donc

$$r_1 = \frac{1}{2} \frac{r^2}{s} \quad \left( \text{c'est-à-dire } AP_1 = \frac{AP^2}{2OP} \right)$$

et

$$\theta_1 = 2\theta - \varphi \quad \left( \text{c'est-à-dire } \widehat{AP_1 x} = 2\widehat{AP x} - \widehat{OP x} \right).$$

Je remarque que, dans la géométrie des vecteurs, la seule équation  $AP_1 = \frac{AP^2}{2OP}$  dénote l'équation en  $x_1 + iy_1$ ,  $x + iy$ , c'est-à-dire les deux équations que je viens de trouver.

» Partant d'un point quelconque P, on obtient une suite de points  $P_1, P_2, P_3, \dots$ ; et, si le point P est sur l'axe des  $y$  ( $x = 0$ ), tous les autres points seront aussi sur l'axe de  $y$ , et l'on n'approche ni le point A ni le point B. Mais, si la coordonnée  $x$  a une valeur positive si petite que l'on veut, on arrive enfin infiniment près du point A, et l'on peut même (dans un sens qui sera expliqué plus bas, mais qui n'est pas le sens le plus naturel) dire que l'approximation est régulière. En effet, on n'a pas toujours  $AP_1 < AP$ , et ainsi, dans le sens le plus naturel, l'approximation n'est pas toujours régulière. Pour étudier cela, j'écris  $AP_1 = AP$ ; cela donne  $AP = 2OP$ , ou, ce qui est la même chose,  $x^2 + y^2 + \frac{2}{3}x = \frac{1}{3}$ , c'est-à-dire que le point P sera situé sur le cercle, centre  $x = -\frac{1}{3}$  et rayon  $= \frac{2}{3}$ ; en ne faisant attention qu'aux valeurs positives de  $x$ , on a un segment compris entre l'axe des  $y$  et un arc par les points  $(x = 0, y = \pm \frac{1}{\sqrt{3}})$ ,  $(x = \frac{1}{3}, y = 0)$ . Si le point P est sur l'arc, on aura  $AP_1 = AP$ ; si P est en dedans du segment, alors  $AP_1 > AP$ ; si P est en dehors du segment,  $AP_1 < AP$ .

» Mais, en supposant P en dehors du segment, et ainsi  $AP_1 < AP$ , il peut bien arriver que  $P_1$  soit en dedans du segment, et, cela étant, on aura  $AP_2 > AP_1$ , et l'approximation ne sera pas régulière. Mais, en considérant le cercle  $x^2 + y^2 - \frac{2}{3}x = \frac{1}{3}$ , lequel est le cercle, centre A et rayon  $\frac{2}{3}$ , qui touche le segment au point  $(x = \frac{1}{3}, y = 0)$ , alors, en supposant que le point P soit en dedans de ce cercle, on aura  $AP_1 < AP$ , le point  $P_1$  sera aussi en dedans du cercle, et ainsi en dehors du segment; et les points suc-

cessifs  $P, P_1, P_2, \dots$  approcheront continuellement le point  $A$  ; l'approximation sera dans ce cas régulière.

» Il y a ainsi trois régions : le segment, le cercle  $x^2 + y^2 - \frac{2}{3}x = \frac{1}{3}$  et le résidu du demi-plan ; on pourrait les nommer régions *noire*, *blanche* et *grise* respectivement. C'est seulement pour un point  $P$  à l'intérieur de la région blanche que l'approximation est certainement régulière.

» Nous venons de considérer en effet les cercles qui ont pour centre le point  $A$  ;  $AP_1 < AP$  veut dire que le point  $P$  est situé sur un cercle plus grand, et  $P_1$  sur un cercle plus petit ; mais, au lieu de ces cercles concentriques, considérons des cercles quelconques qui entourent le point  $A$ , sans se couper les uns les autres ; et convenons de dire que c'est un bon pas quand on passe du point  $P$  sur un cercle plus grand à un point  $P_1$  sur un cercle plus petit : avec cette convention on aura, en général, trois régions, lesquelles cependant ne seront pas les mêmes comme auparavant. En particulier, si nous considérons les cercles  $AP = kBP$  ( $k$  une constante quelconque plus petite que l'unité), alors il n'y a pas de région noire, ou, si l'on veut, la région noire se réduit à la seule droite  $y = 0$  ; donc il n'y a pas non plus de région grise, et le demi-plan entier est région blanche, c'est-à-dire, dans le sens que je viens d'expliquer, l'approximation est toujours régulière. En effet, c'est là la théorie à laquelle on est conduit au moyen de l'équation  $\frac{u_1-1}{u_1+1} = \left(\frac{u-1}{u+1}\right)^2$  ci-dessus mentionnée.

» En parlant de cercles, j'ai fait une restriction qui n'est nullement nécessaire ; j'aurais pu parler d'ovales, de forme quelconque, qui entourent le point  $A$  sans se couper les uns les autres.

» J'espère appliquer cette théorie au cas d'une équation cubique, mais les calculs sont beaucoup plus difficiles. »

### NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Mécanique, en remplacement de feu *M. Broch*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 45,

|                               |               |
|-------------------------------|---------------|
| M. Gilbert obtient . . . . .  | 24 suffrages. |
| M. Amsler     »     . . . . . | 21     »      |

**M. GILBERT**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.



L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui doit être présentée à M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie, pour la Chaire de Chimie générale dans ses rapports avec l'Industrie, vacante au Conservatoire des Arts et Métiers.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 43,

|  |               |
|--|---------------|
| M. Jungfleisch obtient . . . . .       | 38 suffrages. |
| M. Riban                   » . . . . . | 5           » |

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 40,

|                                  |                |
|----------------------------------|----------------|
| M. Riban obtient . . . . .       | 29 suffrages.  |
| M. Guignet           » . . . . . | 11           » |

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie comprendra :

|                                    |                        |
|------------------------------------|------------------------|
| <i>En première ligne . . . . .</i> | <b>M. JUNGFLAISCH.</b> |
| <i>En seconde ligne . . . . .</i>  | <b>M. RIBAN.</b>       |

### MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

**M. G. BOYER** soumet au jugement de l'Académie un Atlas orogéologique du département du Doubs.

L'Atlas et la Note qui l'accompagne sont renvoyés à l'examen de la Section de Minéralogie et Géologie.

**M. JULES PEROCHE** adresse une Note sur « les climats terrestres dans les temps géologiques ».

( Commissaires : MM. Daubrée, Des Cloizeaux, Fouqué.)

**M. J. LÉOTARD** adresse une Note sur « le climat de Marseille ».

( Commissaires : MM. Cornu, Mascart, H. Becquerel.)

### CORRESPONDANCE.

M. le **PRÉSIDENT** annonce à l'Académie le décès de M. *Melchior Neumayr*, professeur de Paléontologie à l'Université de Vienne, qu'une mort prématurée et à jamais regrettable a enlevé à la Science le 29 janvier.

M. Neumayr, le gendre et le collègue de notre illustre Correspondant M. Suess, avait pris part à ses travaux. On doit surtout rappeler, parmi les publications de l'éminent géologue, son beau Livre intitulé *Erdgeschichte*, où les vues originales et profondes de l'Ouvrage capital de M. Suess, *Antlitz der Erde*, ont été exposées et développées avec le plus grand talent.

M. **SEBERT** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Mécanique, par le décès de M. *Phillips*.

( Renvoi à la Section de Mécanique. )

M. le **SECRETARE PERPÉTUEL** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Ouvrage de M. *H. Pellat*, ayant pour titre : « Leçons sur l'Électricité (Électrostatique, pile, électricité atmosphérique) faites à la Sorbonne en 1888-1889 ».

**GÉOMÉTRIE CINÉMATIQUE.** — *Sur un mode de transformation en Géométrie cinématique.* Note de M. **A. MANNHEIM**.

« Jusqu'à présent on ne connaissait pas de mode de transformation applicable en Géométrie cinématique, car il ne faut pas songer à faire usage des procédés de transformation ordinairement employés en Géométrie : il est bien clair, en effet, qu'à une figure de forme invariable prise dans différentes positions, ne correspondent pas, en général, des figures de forme invariable.

» Les propriétés relatives aux déplacements des points d'une droite et celles qui concernent des faisceaux de plans de grandeur invariable ont été étudiées séparément. Elles présentent des analogies <sup>(1)</sup> très grandes

---

(<sup>1</sup>) Voir ma Communication au Congrès de Lyon (1873), intitulée : *Quelques théo-*

que j'ai déjà eu l'occasion de signaler et qui m'ont fait penser qu'il devait y avoir un procédé de transformation permettant de passer des unes aux autres.

» C'est un pareil procédé, dont on n'avait pas encore d'exemple, que je vais faire connaître aujourd'hui en l'appliquant à quelques théorèmes.

» Prenons d'abord ce théorème qui est bien connu :

» THÉORÈME I. — *Une droite D se déplace de façon que trois de ses points  $a, b, c$  restent respectivement sur des sphères dont les centres  $\alpha, \beta, \gamma$  appartiennent à une droite O; les autres points de D se déplacent aussi sur des sphères dont les centres sont sur O (1).*

» De chacun des points  $\alpha, \beta, \gamma$ , comme centres, décrivons une sphère. Ces trois sphères fixes, je les désigne par (F). Du point  $a$  décrivons une sphère tangente à la sphère de centre  $\alpha$ ; de même pour  $b$  et  $c$ . Appelons (M) ces nouvelles sphères que je suppose de grandeur invariable.

» Pendant le déplacement de D, les sphères (M) entraînées restent respectivement tangentes aux sphères fixes (F). Comme pendant le déplacement de D un point arbitraire  $l$  de cette droite reste sur une sphère, dont le centre  $\lambda$  est sur O, une sphère de grandeur invariable, dont le centre est  $l$  et entraîné avec ce point, restera tangente à deux sphères concentriques dont le centre commun est  $\lambda$ . On a alors ce théorème :

» THÉORÈME II. — *Des sphères (M), dont les centres appartiennent à une droite D, forment une figure de grandeur invariable. Si on les déplace de façon que trois d'entre elles restent respectivement tangentes à trois sphères fixes (F), dont les centres appartiennent à une droite O, chacune des sphères mobiles (M) reste tangente à deux sphères concentriques dont le centre commun est sur O.*

» Si l'on suppose la droite D à l'infini, les sphères (M) deviennent alors des plans parallèles à une droite, et le théorème II peut s'énoncer dans ce cas particulier.

» Au lieu de plans parallèles à une droite, on peut prendre un faisceau de plans, et l'on a alors ce théorème que je n'ai pas encore publié :

» THÉORÈME III. — *Un faisceau de plans de grandeur invariable se déplace de façon que trois de ses plans restent respectivement tangents à des sphères*

---

*rèmes montrant l'analogie qui existe entre les propriétés relatives aux surfaces décrites par les points d'une droite et les surfaces touchées par les plans d'un faisceau mobile.*

(1) Dans la séance du 1<sup>er</sup> mars 1886, j'ai donné une démonstration directe de ce théorème.

*fixes dont les centres appartiennent à une droite O ; un plan quelconque du faisceau mobile reste tangent à une sphère dont le centre est sur O (1).*

» Ce théorème est tout à fait analogue au théorème I, et l'on voit comment il en est la transformation. On peut dire que les théorèmes I et III sont des cas particuliers du théorème II. Cela montre l'avantage qu'il y a à substituer l'étude des déplacements de la figure de grandeur invariable formée par des sphères dont les centres sont en ligne droite à celle des déplacements de points en ligne droite, puisqu'une pareille figure conduit aux points en ligne droite lorsque les sphères mobiles ont leur rayon nul, et aux plans parallèles à une droite lorsque les rayons de ces sphères sont infinis.

» Pour simplifier le langage, je propose de nommer *file de sphères* la figure de forme invariable constituée par des sphères dont les centres appartiennent à une droite.

» Avant de passer à un autre exemple relatif à une file de sphères, remarquons que l'on peut aussi faire différentes hypothèses sur les rayons des sphères fixes qui entrent dans l'énoncé du théorème II. On arrive ainsi à ces théorèmes nouveaux :

» THÉORÈME IV. — *Un prisme de grandeur invariable se déplace de façon que trois de ses faces latérales passent respectivement par trois points d'une droite fixe O ; une autre face latérale du prisme reste tangente à une sphère dont le centre est un point de O.*

» THÉORÈME V. — *Si l'on déplace une file de sphères de façon que trois de ces sphères restent respectivement tangentes à trois plans fixes parallèles à une droite, chacune des autres sphères mobiles reste tangente à deux plans parallèles à cette droite.*

» THÉORÈME VI. — *Une droite se déplace de façon que trois de ses points restent respectivement sur des plans fixes parallèles à une droite. Un point quelconque de la droite mobile décrit un plan parallèle à la droite fixe.*

» Appliquons encore notre mode de transformation au théorème suivant que j'ai déjà fait connaître (2) :

» THÉORÈME VII. — *Les centres de courbure principaux des surfaces tra-*

(1) La démonstration directe de ce théorème est tout à fait analogue à celle que j'ai donnée pour le théorème I.

(2) Voir mon Mémoire *Sur les surfaces trajectoires des points d'une figure de forme invariable dont le déplacement est assujéti à quatre conditions* (*Recueil des Savants étrangers*, t. XXII, et *Congrès de Lyon*, loc. cit.).

*jectoires des points d'une droite mobile sont sur une courbe gauche du sixième ordre.*

» Remplaçons la droite mobile par une file de sphères. Pendant le déplacement, ces sphères restent tangentes à des surfaces respectivement parallèles aux surfaces trajectoires de leurs centres. On peut donc dire :

» THÉORÈME VIII. — *Les centres de courbure principaux des surfaces auxquelles restent tangentes les sphères d'une file de sphères qui est mobile sont sur une courbe gauche du sixième ordre.*

» Si la droite des centres des sphères mobiles est rejetée à l'infini, on arrive à un théorème dont j'énonce seulement ce cas particulier :

» THÉORÈME IX. — *Les surfaces auxquelles les plans d'un faisceau de grandeur invariable restent tangents pendant les déplacements de ce faisceau ont leurs centres de courbure principaux sur une courbe gauche du sixième ordre.*

» Ce théorème, tout à fait analogue au théorème VII, en est, comme on le voit, la transformation.

» Dans cette courte Note, j'ai supposé que les points de la droite mobile se déplaçaient sur leurs surfaces trajectoires; il reste à parler de la transformation des propriétés relatives au déplacement d'une droite dont les points décrivent des lignes trajectoires. »

GÉOMÉTRIE. — *Détermination des surfaces harmoniques réglées.*

Note de M. L. RAFFY, présentée par M. Picard.

« On connaît fort peu de surfaces dont l'élément linéaire soit réductible à la forme harmonique (forme de Liouville). Pour en trouver de nouvelles classes, j'emploie deux procédés principaux. Le premier consiste à se donner la forme analytique des coordonnées de la surface en fonction de deux paramètres et à déterminer les fonctions inconnues, de manière que l'élément linéaire soit harmonique. Le second consiste à chercher les surfaces harmoniques parmi celles dont on peut obtenir une génération quand on se donne seulement leur élément linéaire.

» Je ferai connaître aujourd'hui un exemple de ce second procédé, en donnant toutes les formes distinctes que peut prendre l'élément linéaire des surfaces qui sont à la fois réglées et harmoniques. On sait, en effet,

qu'il n'y aura plus qu'à effectuer des quadratures pour obtenir explicitement les coordonnées de toutes ces surfaces.

» Je prendrai pour point de départ une proposition fondamentale, que j'emprunte au Cours professé l'an dernier par M. Darboux, et qui peut s'énoncer ainsi :

» *L'élément linéaire d'une surface étant donné sous la forme générale*

$$(1) \quad ds^2 = E du^2 + 2F du dv + G dv^2,$$

*on considère l'équation aux dérivées partielles*

$$(2) \quad \Delta(u, v, p, q) = \frac{E q^2 - 2F p q + G p^2}{EG - F^2} = 1,$$

*dont dépend la détermination des géodésiques. Pour que l'élément linéaire (1) soit harmonique, il faut et il suffit que cette équation admette une intégrale du second degré*

$$(3) \quad \varphi = Ap^2 + 2Bpq + Cq^2 = \text{const.},$$

*dont le premier membre n'ait pas de facteur linéaire  $\varepsilon p + \tau q$  commun avec le trinôme  $Ep^2 - 2Fpq + Gq^2$ .*

» *Si le trinôme  $\varphi$  est le carré d'une fonction linéaire de  $p$  et de  $q$ , l'élément (1) ne convient qu'à des surfaces applicables sur des surfaces de révolution.*

» *La condition pour que l'équation  $\varphi = \text{const.}$  soit une intégrale de l'équation (2) est que l'on ait, quels que soient  $p$  et  $q$ ,*

$$\frac{\partial \Delta}{\partial u} \frac{\partial \varphi}{\partial p} - \frac{\partial \Delta}{\partial p} \frac{\partial \varphi}{\partial u} + \frac{\partial \Delta}{\partial v} \frac{\partial \varphi}{\partial q} - \frac{\partial \Delta}{\partial q} \frac{\partial \varphi}{\partial v} = 0.$$

» Cela posé, j'exclus de mon analyse les surfaces réglées applicables sur les surfaces de révolution ; elles ont été déterminées par M. Darboux dans une Leçon récente, et je les avais obtenues de mon côté par une autre voie, en me restreignant, il est vrai, au cas des génératrices réelles. D'ailleurs, elles s'obtiennent sans difficulté par l'application du théorème précédent au cas où l'intégrale  $\varphi$  est du premier degré. Je puis donc prendre pour élément linéaire des surfaces  $S$  qui n'ont pas de plan directeur tangent au cercle de l'infini

$$ds^2 = du^2 + [(u - \alpha)^2 + k^2] dv^2,$$

et pour les surfaces  $\Sigma$  qui admettent un tel plan directeur

$$ds^2 = du^2 + (u - x) dv^2.$$

» Par des calculs, dans le détail desquels je ne puis entrer, j'ai obtenu les résultats suivants :

» Pour les surfaces S, il y a deux formes de l'élément linéaire. La première s'obtient en prenant pour l'inverse  $t$  du paramètre de distribution  $k$  la fonction de  $v$  qui satisfait à l'équation

$$dv = \frac{t dt}{\sqrt{-4t^4 - 2gt^2 + g_0t^2 - 2\lambda t}},$$

où  $g$ ,  $g_0$  et  $\lambda$  sont trois constantes arbitraires; l'angle  $\omega$  de la génératrice avec la ligne de striction est donné par la formule

$$\cot \omega = \frac{\sqrt{k}}{2\sqrt{2\lambda}}(g_0 - 4\lambda k).$$

» Ce premier élément linéaire devient identique à celui de l'hyperboloïde

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1,$$

quand  $a^2$ ,  $b^2$  et  $-c^2$  sont les racines de l'équation

$$\rho^3 - \frac{4g}{\lambda} \rho^2 - \frac{g_0}{2\lambda} \rho + \frac{\lambda^2}{4} = 0.$$

» La seconde forme de l'élément linéaire peut s'écrire

$$(I) \quad ds^2 = du^2 + \frac{(u - x)^2 + k^2}{4k^2(\beta^2 k - 1)} dk^2,$$

en appelant toujours  $k$  le paramètre de distribution, et prenant pour  $x$  l'intégrale

$$x = \gamma \int \frac{k dk}{\sqrt{\beta^2 k^2 - k}},$$

où  $\beta$  et  $\gamma$  sont deux constantes arbitraires.

» Pour les surfaces  $\Sigma$ , il y a aussi deux formes de l'élément linéaire,

$$(II) \quad ds^2 = du^2 + \left( u + av + be^{\frac{v}{a}} \right) dv^2,$$

$$(III) \quad ds^2 = du^2 + \left( u - \frac{v^2}{2} \right) dv^2,$$

$a$  et  $b$  désignant deux constantes arbitraires.

» Aux éléments donnés par les formules (I), (II) et (III) correspondent des surfaces réglées applicables sur des paraboloides, réels ou imaginaires. Ainsi, abstraction faite des surfaces qui ont même cône directeur que la sphère, les surfaces développables, les surfaces réglées applicables sur les surfaces de révolution et celles qui sont applicables sur les quadriques composent l'ensemble des surfaces harmoniques réglées. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les transformations simplement rationnelles des surfaces et sur une classe d'équations différentielles.* Note de M. PAUL PAINLEVÉ, présentée par M. Picard.

« Dans une Note récente (*Comptes rendus*, 27 janvier 1890), j'ai fait l'étude des transformations rationnelles des surfaces algébriques; j'ai pour cela divisé ces surfaces en trois classes. Soient

$$(1) \quad F(x, y, z) = 0,$$

$$(2) \quad F'(x', y', z') = 0$$

deux surfaces  $S$  et  $S'$  et

$$(3) \quad x = h(x', y', z'), \quad y = k(x', y', z'), \quad z = l(x', y', z')$$

une substitution rationnelle qui transforme  $S$  en  $S'$ .

» Si  $S$  est de la première classe, il n'existe qu'un nombre fini de substitutions (3), et on les détermine algébriquement. Plus généralement, cherchons toutes les surfaces  $S$  *distinctes* de la première classe, qui correspondent rationnellement à la surface donnée  $S'$ . (Nous ne regardons pas comme distinctes deux surfaces qui correspondent birationnellement.) On peut toujours supposer  $S$  de degré  $(p, -p + 3)$ , par suite de degré au plus égal à  $(p', -p' + 3)$ . On *détermine dès lors algébriquement toutes les surfaces cherchées de ce degré*. Il n'existe qu'un nombre fini  $q$  de surfaces  $S$  de la première classe réellement distinctes et répondant à la question.



» Plaçons-nous maintenant dans le cas où la surface  $S$  appartient à la deuxième classe. On peut déterminer algébriquement toutes les substitutions (3) et, par suite, il n'en existe qu'un nombre fini. On le voit, en raisonnant comme M. Picard et en exprimant que les équations

$$(4) \quad \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{\sum \mu_i Q'_i}{\sum \lambda_i Q'_i}, \quad \frac{Q_3}{Q_2} = \frac{\sum \nu_i Q'_i}{\sum \lambda_i Q'_i}$$

et les équations (1) et (2) déterminent rationnellement un système de valeurs  $x, y, z$  en fonction du point  $(x', y', z')$  de  $S'$ . Si  $p_1 = p'_1$ , la transformation est birationnelle.

» On peut également déterminer algébriquement toutes les surfaces  $S$  distinctes de la deuxième classe, qui correspondent rationnellement à  $S'$ . Dans tous les cas,  $S$  n'étant pas de la troisième classe, si  $\mu$  désigne le nombre des points  $(x', y', z')$  qui correspondent à  $(x, y, z)$ , on a

$$\mu(p_1 - 1) \leq p'_1 - 1.$$

» Supposons maintenant que  $S$  soit de la troisième classe, ce qui a toujours lieu si  $S'$  appartient aussi à cette classe. Nous aurons

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{\sum \mu_i Q'_i}{\sum \lambda_i Q'_i} = \frac{Q'_k}{Q'_j}.$$

Il doit exister un faisceau de surfaces  $\Sigma'$ , dépendant de  $(p - 1)$  paramètres et tel que deux surfaces du faisceau, qui ont un point arbitraire commun, coïncident le long de  $S'$ . Cette condition, toujours satisfaite si  $p = 2$ , montre que, si  $p = p'$ ,  $S'$  doit être de la troisième classe. Il faut, de plus, que la courbe  $C$  (de genre 1)

$$Q_2 - \alpha Q_1 = 0, \quad F = 0$$

corresponde rationnellement à la courbe  $C'$

$$Q'_k - \alpha Q'_j = 0, \quad F' = 0.$$

La question revient à reconnaître si une intégrale de première espèce de la courbe  $C'$  (pour un certain faisceau de surfaces  $\Sigma'$ ) ne se ramène pas aux intégrales elliptiques.

» Cette question résolue, on déterminerait algébriquement les transformations (3). Si le module  $k^2$  des courbes  $C$  est constant, la transformation (3) peut dépendre d'un paramètre et de plusieurs entiers arbitraires. Si  $k^2$

*n'est pas constant, la transformation ne saurait dépendre que d'entiers arbitraires.*

» Cette étude se rattache au problème de la transformation des fonctions hyperfuchsienues. Elle trouve aussi une application dans la théorie des équations différentielles du second ordre. Soit

$$(5) \quad F[y'', y', y, (x)] = 0$$

une équation dont le premier membre est un polynôme, irréductible, en  $y'', y', y$ . Supposons que son intégrale générale dépende algébriquement des constantes; l'intégrale n'admet alors qu'un nombre fini de valeurs se permutant autour des points critiques mobiles (mais la réciproque n'est pas vraie). On peut mettre d'une infinité de manières l'intégrale sous la forme

$$\begin{aligned} \alpha &= R[y'', y', y, (x)], \\ \beta &= R'[y'', y', y, (x)], \\ \gamma &= R''[y'', y', y, (x)], \end{aligned}$$

et choisir ces intégrales premières de telle façon que toute intégrale de même forme

$$\delta = R'''[y'', y', y, (x)]$$

s'exprime rationnellement en  $\alpha, \beta, \gamma$ , (dans ces égalités,  $R, R', \dots$  désignent des fonctions rationnelles de  $y'', y', y$ ). Les quantités  $\alpha, \beta, \gamma$  sont liées par une relation algébrique

$$(6) \quad \varphi(\alpha, \beta, \gamma) = 0,$$

que j'ai appelée *relation fondamentale* (voir les *Comptes rendus*, novembre 1888).

» Si le genre de (6) est supérieur à (1) et si cette surface n'appartient pas à la troisième classe, l'intégrale de (5) s'obtient algébriquement. Si la surface (6) rentre dans la troisième classe, une intégrale première est de la forme

$$\frac{\sum \mu_i Q_i[y'', y', y, (x)]}{\sum \lambda_i Q_i[y'', y', y, (x)]} = \text{const.},$$

et l'équation se ramène à une équation linéaire d'ordre au plus égal à  $p + p_1 - 2$ .

» En définitive, proposons-nous le problème suivant :

» *Reconnaître si l'intégrale de (5) dépend algébriquement des constantes, la relation fondamentale correspondante étant de genre plus grand que 1.*

» On reconnaît algébriquement s'il en est ainsi, et l'équation s'intègre alors algébriquement, ou bien l'on ramène l'équation aux équations linéaires. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations solaires du second semestre de 1889.*  
Note de M. TACCHINI.

« J'ai l'honneur d'envoyer à l'Académie le résumé des observations solaires faites à l'Observatoire royal du Collège romain, pendant le second semestre de 1889. Le nombre des jours d'observations a été de 154 pour les taches et les facules, savoir : 31 en juillet, 31 en août, 23 en septembre, 22 en octobre, 24 en novembre et 23 en décembre. Voici les résultats :

| 1889.         | Fréquence relative |                        | Grandeur relative |             | Nombre des groupes par jour. |
|---------------|--------------------|------------------------|-------------------|-------------|------------------------------|
|               | des taches.        | des jours sans taches. | des taches.       | des facules |                              |
| Juillet.....  | 2,75               | 0,39                   | 16,97             | 14,35       | 0,87                         |
| Août.....     | 6,97               | 0,19                   | 20,03             | 17,77       | 1,26                         |
| Septembre.... | 1,18               | 0,48                   | 8,22              | 28,48       | 0,61                         |
| Octobre.....  | 0,64               | 0,73                   | 1,55              | 18,18       | 0,27                         |
| Novembre..... | 0,00               | 1,00                   | 0,00              | 0,62        | 0,00                         |
| Décembre..... | 1,68               | 0,61                   | 4,09              | 29,55       | 0,65                         |

» Exception faite du mois d'août, les observations relatives aux autres mois démontrent que la période de calme s'est prolongée jusqu'à la fin de l'année, et je puis ajouter que les observations de janvier 1890 indiquent déjà que cette période continue encore.

» Pour les protubérances hydrogéniques, nous avons obtenu les résultats suivants :

| 1889.          | Nombre de jours d'observations. | Protubérances. |                   |                    |
|----------------|---------------------------------|----------------|-------------------|--------------------|
|                |                                 | Nombre moyen.  | Hauteur moyenne.  | Extension moyenne. |
| Juillet.....   | 30                              | 2,10           | 28,9 <sup>m</sup> | 0,9                |
| Août.....      | 31                              | 3,19           | 34,3              | 0,9                |
| Septembre..... | 20                              | 3,75           | 36,5              | 1,3                |
| Octobre.....   | 12                              | 2,50           | 40,6              | 1,4                |
| Novembre.....  | 22                              | 2,14           | 36,7              | 1,4                |
| Décembre.....  | 14                              | 1,71           | 17,8              | 0,7                |

» Le phénomène des protubérances solaires a donc toujours été faible

pendant toute la série des observations, et, dans le mois de décembre, on a eu plusieurs jours sans protubérances solaires.

» L'état de grand calme dans lequel le Soleil s'est maintenu depuis le mois d'août permet de nous considérer dans la période du véritable minimum. »

PHYSIQUE. — *Sur la propagation du son.* Noté de MM. VIOLLE et VAUTIER, présentée par M. Mascart.

« Les expériences que nous avons faites sur la propagation du son dans un tuyau cylindrique, et dont nous avons eu l'honneur de présenter les premiers résultats à l'Académie (1), nous ont permis d'établir les faits suivants :

» 1° Quelle que soit la nature de l'ébranlement initial, l'onde sonore, par le fait même de sa propagation, tend vers une forme simple, déterminée.

» 2° Cette forme une fois atteinte, les différentes parties de l'onde se propagent avec une même vitesse uniforme, qui doit être regardée comme la vitesse normale de propagation du son.

» 3° L'ébranlement provoqué par un coup de pistolet présente d'abord une forme complexe, et les diverses parties se transportent avec des vitesses différentes ; mais le sommet de l'onde prend promptement la vitesse normale, tandis que le front, parti avec une vitesse trop grande, ralentit progressivement son allure, en tendant vers cette même vitesse normale.

» 4° L'intensité du son du pistolet n'a aucune action sur la vitesse normale ; mais l'excès de vitesse du front croît avec l'intensité.

» 5° Dans les limites entre lesquelles varie habituellement l'intensité des sons musicaux, elle ne modifie en rien leur vitesse de propagation, laquelle atteint très vite la valeur normale.

» 6° Les différences de hauteur des sons musicaux sont également sans influence sur leur vitesse de propagation.

» 7° Dans un tuyau de 0<sup>m</sup>,700, le coup d'un pistolet chargé à 3<sup>er</sup> de poudre s'entend à plus de 13<sup>km</sup>, le chant d'une flûte de 16<sup>pi</sup> frappe encore l'oreille à 6<sup>km</sup> ; mais l'un et l'autre disparaissent comme son quand

---

(1) Le Mémoire complet paraîtra prochainement aux *Annales de Chimie et de Physique*.

l'ébranlement initial s'est fondu en une onde unique, que les membranes suivent aisément au delà de 50<sup>m</sup>.

» 8° La vitesse de propagation du son à l'air libre est plus grande que dans un tuyau, où l'influence des parois amène un retard en raison inverse du diamètre et dépassant 0<sup>m</sup>, 46 dans un tuyau de 1<sup>m</sup> de diamètre.

» 9° La vitesse normale de propagation du son dans l'air libre, sec et à zéro, est

$$331^{\text{m}}, 10,$$

l'erreur probable étant inférieure à 0<sup>m</sup>, 10. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'état du champ magnétique dans les conducteurs à trois dimensions.* Note de M. P. JOUBIN, présentée par M. Mascart.

« Un courant électrique traversant un conducteur linéaire produit en tous les points du milieu extérieur un champ magnétique; c'est-à-dire qu'une petite masse magnétique ou un élément de courant placés en un point quelconque tendent à se mouvoir sous l'action de la force électromagnétique qui leur est appliquée. La distinction entre les deux régions de l'espace séparées par la surface du conducteur semble alors très nette. Dans l'une, une force *électromotrice*, agissant seulement sur l'électricité, est dirigée dans le sens du courant; dans l'autre, une force *électromagnétique*, appliquée au support du courant ou de la masse magnétique, a une tout autre direction; s'il s'agit d'un courant rectiligne indéfini, par exemple, elle sera dans un plan perpendiculaire au fil. En est-il toujours de même quand, au lieu de considérer un conducteur linéaire, on s'adresse à un conducteur à trois dimensions? Le champ magnétique est-il limité à sa surface extérieure?

» C'est ce que je me suis proposé d'examiner en cherchant quelle est l'action, en tous les points de l'espace, d'un courant traversant un conducteur rectiligne indéfini à large section.

» J'ai réalisé ce conducteur de la façon suivante : un gros manchon de verre, de 18<sup>cm</sup> de diamètre et de 60<sup>cm</sup> de hauteur, est posé sur une couche de mercure contenu dans une marmite en fonte, et rempli d'une dissolution de sulfate de cuivre; le mercure refoulé à l'extérieur fait équilibre à la colonne liquide, et; en même temps, la couche inférieure sert d'électrode pour amener le courant. Une deuxième électrode est formée par une

feuille de cuivre de même diamètre que le manchon et est maintenue à la surface supérieure de la dissolution. Les fils qui conduisent le courant dans cet appareil sont placés suivant son axe au-dessus et au-dessous. Enfin on suspend à l'intérieur du cylindre, par un fil de cocon, un très petit aimant muni d'un miroir. Quand on ferme le circuit, voici ce qu'on observe :

» I. Si l'on place dans l'axe du premier manchon un tube de diamètre plus petit (5<sup>cm</sup> par exemple), de façon à isoler une portion de l'espace compris à l'intérieur du courant, on constate que l'action de la portion annulaire du courant en tout point intérieur au tube est nulle.

» II. Enlevons le second tube et déplaçons le petit aimant le long d'un rayon du cylindre : l'action, nulle d'abord au centre, croît à mesure qu'on s'en éloigne, et proportionnellement à la distance.

» III. Le même aimant suspendu à l'extérieur du manchon subit, au voisinage de sa surface, la même action que de l'autre côté à l'intérieur ; si l'on s'éloigne, la force varie en raison inverse de la distance à l'axe du cylindre.

» Tels sont les phénomènes observés. Il est facile de s'en rendre compte. En effet, dans les conditions de l'expérience, on peut considérer la densité du courant comme constante dans le conducteur cylindrique et décomposer celui-ci en filets élémentaires, chacun d'eux étant traversé par le même courant  $i = \frac{I}{\pi R^2}$ . Or l'un quelconque de ces filets, B, a sur un point A situé à la distance normale  $r = AB$  une action égale à  $\frac{2i}{r}$  et perpendiculaire au plan du filet B et de la droite AB, de sorte que tout se passe comme si le point d'intersection B du plan mené par A perpendiculairement au filet conducteur agissait sur la masse A égale à l'unité suivant la loi  $f = \frac{2i}{r}$ . Il en sera de même pour tous les autres conducteurs élémentaires, dont l'ensemble pourra être représenté par la surface du cercle de section du cylindre dont chacun des points agirait suivant la loi précédente. Il suffira alors d'effectuer l'intégrale  $\int f dS$ ,  $dS$  représentant un élément de surface de ce cercle, en la limitant à sa circonférence. Soit O son centre.

» En prenant la droite OA comme axe des  $x$ , les deux composantes de la résultante au point A, X suivant  $Ox$ , Y suivant  $Oy$ , deviennent

$$X = 2i \int \int \frac{r^2 dr d\theta \sin \theta}{a^2 + r^2 - 2ar \cos \theta}, \quad Y = 2i \int \int \frac{r dr d\theta (a - r \cos \theta)}{a^2 + r^2 - 2ar \cos \theta},$$

où  $a = AO$ ;  $r$  est la distance de l'élément  $dS$  au centre  $O$ , et  $\theta$  l'angle de  $r$  avec  $Ox$ .

» I. Si  $A$  est extérieur au cercle de rayon  $R$  limitant le flux électrique ( $a > R$ ), il faut faire varier  $r$  de  $0$  à  $R$  et  $\theta$  de  $0$  à  $2\pi$ ; alors  $X = 0$  et  $Y = \frac{2i\pi R^2}{a}$ , c'est-à-dire que la force est la même que si le courant tout entier ( $I = \pi R^2 i$ ) passait dans un fil rectiligne occupant l'axe.

» II. L'action d'un anneau circulaire uniforme, ou composé de couches circulaires uniformes, est nulle pour tout point intérieur à l'anneau : on peut le montrer facilement par un raisonnement analogue à celui de M. Bertrand pour une couche sphérique électrisée.

» III. On en déduit que, pour un point situé à l'intérieur du cercle de rayon  $R$  ( $a < R$ ), la couche circulaire comprise entre les rayons  $a$  et  $R$  n'a pas d'action; en faisant alors varier  $r$  de  $\theta$  à  $a$  et  $\theta$  de  $0$  à  $2\pi$ , on trouve

$$X = 0, \quad Y = 2i\pi a.$$

» Ces résultats sont conformes à l'expérience. On peut donc conclure que le champ magnétique produit par un courant existe aussi bien dans le milieu traversé par le flux électrique que dans le milieu extérieur; qu'il y a continuité en passant par la surface de séparation; en effet, au voisinage de celle-ci, à l'intérieur, la force est  $2i\pi(R - \epsilon)$ , et, à l'extérieur,  $\frac{2i\pi R^2}{R + \epsilon}$ ; ces deux valeurs diffèrent infiniment peu. »

**ÉLECTRICITÉ.** — *Sur les actions mécaniques des courants variables.* Note de M. J. **BORGMAN**, présentée par M. Lippmann.

« En essayant de reproduire, à l'aide des moyens restreints d'un laboratoire, les intéressantes expériences de M. le professeur E. Thomson qui ont été démontrées avec tant d'éclat pendant l'Exposition de 1889, j'ai obtenu quelques résultats nouveaux, que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

» Un anneau formé par un gros fil de cuivre était suspendu à la place d'un plateau au fléau d'une balance et équilibré à l'aide de poids; au-dessous de cet anneau on disposait concentriquement une bobine verticale en fil de cuivre, de 2<sup>mm</sup>, 5 de diamètre (la hauteur de la bobine est 120<sup>mm</sup>, son diamètre intérieur 43<sup>mm</sup>, son diamètre extérieur 120<sup>mm</sup>), munie ou non

d'un noyau en fer massif ou formé de fils de fer. Le courant a été fourni par quelques accumulateurs; un commutateur, mû par un petit moteur électrique de Breguet à la vitesse de 1000 tours à la minute à peu près, changeait le sens du courant vingt fois par tour. Même avec un courant de 0<sup>amp</sup>,5, la répulsion de l'anneau a été nettement accusée; elle était moindre quand la bobine fut dépourvue de son noyau de fer. En remplaçant l'anneau par un disque horizontal de même diamètre ou par un tube de même métal suspendu dans la cavité cylindrique de la bobine, on a constaté aussi une répulsion notable, beaucoup moindre pour le tube que pour le disque ou l'anneau.

» En remplaçant le commutateur par un simple interrupteur, donnant le même nombre d'interruptions à la minute qu'il y avait d'inversions du courant, on a observé *les mêmes répulsions*, mais d'intensité moindre. C'est sur la surface d'une nappe liquide de mercure que j'ai observé les phénomènes les plus intéressants. La bobine que j'ai employée était un simple rouleau de fils isolés, lié par des ficelles et dépourvu de parties inutiles en métal, pouvant intervenir dans les phénomènes observés. Une cuvette en verre, à fond plat horizontal (76<sup>mm</sup> de diamètre), contenant du mercure, était placée le plus concentriquement possible au-dessus de la bobine, et la surface du liquide saupoudrée par un peu de lycopode. Quelques moments après la fermeture du courant alternatif ou simplement intermittent, le mouvement des particules de lycopode accusait nettement l'existence de deux courants circulaires de mercure, de directions contraires, qui se réunissent pour former un seul courant diamétral.

» Ces tourbillons sont le mieux accusés quand l'épaisseur de mercure est minimum, justement suffisante pour couvrir tout le fond de la cuvette. Ils sont plus faibles avec les courants intermittents qu'avec les alternatifs, l'existence du noyau de fer augmente l'intensité du mouvement tourbillonnaire.

» Si l'on produit une dissymétrie du champ de la bobine, dépourvue de son noyau, en introduisant un disque en cuivre mince sous la cuvette, excentriquement par rapport à son centre, on observe deux tourbillons dont le courant commun est dirigé vers le disque. En plaçant sous la cuvette deux ou trois disques, on obtient quatre ou six tourbillons, dont les lignes de démarcation sont dirigées le long des diamètres des disques. Si l'on place diamétralement sous la cuvette une bande de métal, on obtient quatre tourbillons, dont une des lignes de démarcation est dirigée normalement à la longueur de la bande et l'autre lui est parallèle; les courants



de mercure dirigés vers le centre coulent le long de la première direction. On obtient deux forts tourbillons dirigés vers le centre de la bobine, si l'on place la cuvette à mercure un peu excentriquement sur la bobine contenant son noyau de fer. En général, les courants de mercure se dirigent vers l'endroit où le métal est placé sous la cuvette, et forment des tourbillons dont les parties les plus intenses sont disposées près de cet endroit.

» Si l'on place sous la cuvette un anneau plat, formé de trois secteurs égaux en cuivre, laiton et zinc, on obtient six tourbillons d'intensités différentes. La paire qui correspond au cuivre est la plus énergique et celle du zinc est à peine perceptible, même quand le courant surpasse 2 ampères.

» On n'obtient aucun mouvement du mercure, si la cuvette, plus petite que le vide central de la bobine, est placée concentriquement au-dessus de lui.

» La formation des tourbillons au-dessus de la bobine seule (sans noyau et plaques métalliques) dans mes expériences s'explique par le manque d'homogénéité du fil et la symétrie imparfaite de la forme de cette bobine.

» En plaçant la bobine horizontalement sous la cuvette, de manière qu'une partie seulement du mercure soit placée au-dessus de la bobine, on obtient aussi deux tourbillons avec une ligne de démarcation au-dessus de l'axe de la bobine. On obtient, de même, deux tourbillons si l'on place la cuvette à côté de la bobine verticale; mais, dans ce cas, l'intensité du mouvement du mercure est très petite.

» Il n'est pas nécessaire que le mercure couvre tout le fond de la cuvette. On observe les mêmes effets dans des gouttes isolées.

» En saupoudrant le mercure avec la limaille de fer, on produit l'effet suivant : les particules les plus grosses tendent à s'arranger conformément aux directions des lignes de force, mais cèdent un peu au mouvement tourbillonnaire du mercure. Les particules les plus ténues sautillent dans toutes les directions comme des gouttes liquides dans l'état sphéroïdal.

» Je poursuis ces expériences. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Résultats des observations actinométriques faites à Kiev en 1888-1889.* Note de M. R. SAVÉLIEF.

« Pendant l'année 1889, j'ai continué les observations actinométriques que j'avais faites en 1888 à Kiev (latitude  $50^{\circ}24'N$ ) (<sup>1</sup>), au moyen de

---

(<sup>1</sup>) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 287.

l'actinomètre de M. Crova, étalonné en calories (gramme-degré) par M. Crova. Voici les principaux résultats de ces observations :

» La marche annuelle de l'intensité calorifique à midi a été la même qu'en 1888, avec cette seule différence, que j'ai observé au mois d'avril un minimum secondaire ( $1^{\text{cal}}, 28$ ), et que le maximum secondaire du mois d'octobre ( $1^{\text{cal}}, 30$ ) a été un peu plus fort qu'en 1888.

» Aux mois de mai, juin et juillet, une couche d'eau de  $9^{\text{mm}}$ ,  $5$  d'épaisseur absorbe environ 16 pour 100 de la radiation calorifique à midi, tandis qu'au mois de septembre, cette absorption s'élève à 20 pour 100, quoique l'épaisseur atmosphérique traversée en été soit moindre qu'en automne, accusant ainsi une proportion de vapeur d'eau, dans l'atmosphère, plus forte en été qu'en automne.

» Pendant l'été (de mai à septembre), l'intensité calorifique à midi reste à peu près invariable et égale à  $1^{\text{cal}}, 24 \pm 0,02$ ; quand cette intensité descend au-dessous de  $1^{\text{cal}}, 20$ , on doit s'attendre à des pluies intenses ou de longue durée.

» La discussion des courbes diurnes de l'intensité de la radiation démontre que les lois de ces variations, données par M. Crova (<sup>1</sup>), s'appliquent à Kiev tout aussi bien qu'à Montpellier; c'est-à-dire que les courbes ne sont calculables, en raison de leur symétrie approchée, que pendant la saison froide de l'année; de plus, toutes ces courbes ont un minimum secondaire ou une dépression dans le voisinage de midi; cette dépression, faible en hiver, est fortement accentuée dans les courbes d'été, qui sont très généralement dissymétriques par rapport à l'ordonnée de midi.

» Le climat de Kiev étant tout à fait continental, on voit que ces variations diurnes, et particulièrement la dépression de midi observée à Montpellier, ne sont pas dues, comme l'ont pensé quelques physiciens, à la nature maritime du climat de Montpellier, mais qu'elles doivent très probablement se reproduire avec des caractères tout à fait analogues sur les divers points du globe.

» J'ai construit les courbes des variations diurnes de l'intensité calorifique reçue sur un centimètre carré de surface horizontale du sol (c'est-à-dire les intensités absolues multipliées par le cosinus de la distance zénithale du Soleil); en prenant pour axe des  $y$  l'ordonnée de midi, et pour axe des  $x$  l'axe des temps, j'ai remarqué que, si, dans l'angle  $\gamma O x$ , on trace un rayon vecteur quelconque, faisant un angle  $\omega$  avec l'axe des  $x$ ,

---

(<sup>1</sup>) *Annales de Chimie et de Physique*, 6<sup>e</sup> série, t. XIV, août 1882.

en désignant par  $R_\omega$  et  $r_\omega$  les longueurs du rayon vecteur interceptées par deux courbes, l'augmentation du rapport  $\frac{r_\omega}{R_\omega}$  des deux longueurs du rayon vecteur interceptées par les deux courbes est proportionnelle, à un centième près, au rapport de l'angle  $\omega$  à  $90^\circ$ ; c'est-à-dire que, si  $R_{90}$  et  $r_{90}$  sont les deux rayons vecteurs dans la direction de l'axe des  $y$  ( $\omega = 90^\circ$ ) et  $R_0$ ,  $r_0$  les longueurs de ces deux mêmes rayons vecteurs suivant l'axe des  $x$  ( $\omega = 0$ ), on a la relation

$$\frac{r_\omega}{R_\omega} - \frac{r_0}{R_0} = \left( \frac{r_{90}}{R_{90}} - \frac{r_0}{R_0} \right) \frac{\omega}{90^\circ}.$$

» D'après cela, en partant d'un certain nombre de courbes construites au moyen de séries bien régulières d'observations, pour des journées différentes, on pourra déduire de l'intensité calorifique observée pour d'autres journées à midi seulement la quantité totale de calories reçues pendant ces journées sur 1<sup>er</sup> de la surface horizontale du sol.

» J'ai fait ce calcul pour le 1<sup>er</sup> et le 15 de chaque mois de l'année; construisant ensuite la courbe de la marche annuelle de la quantité totale de chaleur reçue en un jour sur la surface du sol, je l'ai comparée à celle qui correspondrait, pour la même journée, aux limites de l'atmosphère d'après M. Angot (1), en faisant la constante solaire égale à 3<sup>cal</sup>.

» Cette comparaison m'a conduit aux conséquences suivantes :

» Pendant qu'aux limites de l'atmosphère, la quantité annuelle de chaleur reçue sur 1<sup>er</sup> de surface horizontale est 337900<sup>cal</sup>, la quantité de chaleur reçue dans les mêmes conditions sur la surface du sol n'est que de 123500<sup>cal</sup>, le ciel étant supposé constamment pur, et sans nébulosité apparente; c'est-à-dire que 63,5 pour 100 sont absorbés par notre atmosphère, et 36,5 arrivent à la surface du sol.

» En particulier au mois d'octobre, la surface du sol reçoit 41 pour 100 de la radiation solaire, tandis qu'aux mois de janvier et de février, ce rapport s'abaisse à 28 pour 100.

» Le maximum de la quantité de chaleur reçue au commencement de juillet par une belle journée est 610<sup>cal</sup>, tandis qu'au mois de décembre elle n'est plus que 87<sup>cal</sup> par jour. »

---

(1) *Annales du Bureau central météorologique de France*, année 1883.

CHEMIE. — Sur les combinaisons des métaux alcalins avec l'ammoniaque.  
 Note de M. JOUSSIS.

J'ai fait voir dans une Note précédente (1) que le gaz ammoniac en excès donne avec les métaux alcalins une solution qui possède une tension variable, tant que la concentration n'atteint pas  $\text{Na} = 5,3 \text{ Az III}^2$  environ à 0°, composition pour laquelle le liquide est saturé de sodammonium, puis une tension constante pendant que l'on enlève de l'ammoniaque et que  $\text{Az III}^2 \text{ Na}$  cristallise, et enfin quand, tout le liquide étant disparu, on dissocie ce corps.

L'égalité de tension de la solution saturée et du sodammonium a attiré l'attention de M. Bakhuus Roozeboom, qui a cru pouvoir en donner l'interprétation d'après le résultat de ses études sur les équilibres (2). Cette égalité de tension se produirait, d'après lui, parce que la température de l'expérience (c'était 0°) correspondait au voisinage du point de rencontre C. de ses deux courbes. S'il en était ainsi, on devrait, d'après cette théorie, trouver une inégalité de tension au-dessous de 0° et, au-dessus de 0°, une décomposition de la solution saturée en ammoniaque et en sodium, sans apparition de sodammonium solide. Or ces deux prévisions de la théorie sont en désaccord complet avec les résultats de l'expérience, et il est certain que « la loi fondamentale, dont l'évidence semble pourtant s'accréditer si difficilement », comme le dit M. Roozeboom, n'est pas vérifiée par les combinaisons que j'étudie.

Voici les nouveaux faits observés :

1° *Expériences à 0°*. — Dans un certain nombre d'expériences faites à 0°, j'ai toujours constaté l'égalité de tension dont j'ai parlé. Depuis la Note de M. Roozeboom, j'ai fait une nouvelle expérience pour me rendre compte du degré de précision sur lequel on pouvait compter : la pression a toujours été mesurée à l'aide d'un manomètre à mercure à air libre ; le tube était appuyé contre une division en millimètres, et soit avec la solution saturée, soit avec le sodammonium en dissociation, j'ai trouvé que le niveau du mercure montait toujours exactement au même point. Je crois que je puis affirmer que, s'il y avait eu une différence de  $\frac{1}{2}$  de millimètre,

(1) *Comptes rendus*, t. CX, p. 900.

(2) *Comptes rendus*, t. CX, p. 134.

je m'en serais aperçu, surtout dans cette dernière expérience où j'avais uniquement en vue de vérifier à nouveau ce fait.

» Mais voici une autre expérience faite à 0° et qui me semble aussi concluante : un tube de 50<sup>cc</sup> environ contenait au fond environ 10<sup>cc</sup> de solution saturée de sodammonium dans l'ammoniaque. Une large plaque de sodium se trouvait à la partie supérieure du tube; le tout ayant été plongé dans la glace à 0°, le sodium s'est maintenu, sans se transformer en sodammonium avec son brillant aspect métallique qui ôtait toute supposition d'un voile d'oxyde, si léger qu'il fût, pouvant protéger le sodium contre l'action de l'ammoniaque. Donc le sodammonium n'a pas à 0° une tension de dissociation inférieure à la tension du liquide saturé. Après trois quarts d'heure de séjour dans la glace, j'ai interrompu l'expérience, le sodium étant resté intact tout ce temps.

» Voici les pressions observées à 0°, évaluées en colonne de mercure à 0° :

| Composition du mélange.                            | Tension observée. |
|--|-------------------|
| AzH <sup>3</sup> Na + 1,66g AzH <sup>3</sup> ..... | 169,70            |
| AzH <sup>3</sup> Na + 0,460 AzH <sup>3</sup> ..... | 169,70            |
| 0,971 AzH <sup>3</sup> Na + 0,029 Na.....          | 169,70            |
| 0,487 AzH <sup>3</sup> Na + 0,513 Na.....          | 169,70            |
| 0,108 AzH <sup>3</sup> Na + 0,892 Na.....          | 169,70            |
| 0,043 AzH <sup>3</sup> Na + 0,957 Na.....          | 169,65            |

» 2° *Expériences à - 10°.* -- Ici la précision des mesures est moindre, parce que la température est difficile à maintenir rigoureusement constante. Aussi je la laissais varier aussi lentement et aussi peu que possible, et je notais la pression au moment où la température était juste - 10°, tantôt quand le bain se refroidissait, tantôt lorsqu'il s'échauffait. En outre, des mesures faites un peu au-dessus et au-dessous de - 10° permettaient de tracer une courbe donnant le point d'intersection avec l'abscisse - 10°. Voici les résultats :

| Composition du mélange.                           | Tensions           |                          | Moyennes. |
|---|--------------------|--------------------------|-----------|
|   | observées.         | obtenues avec la courbe. |           |
| AzH <sup>3</sup> Na + 0,46 AzH <sup>3</sup> ..... | { 117,2<br>116,8 } | 117,0                    | 116,8     |
| 0,7 AzH <sup>3</sup> Na + 0,3 Na.....             | { 117,7<br>116,9 } | 117,3                    | 117,3     |
| 0,39 AzH <sup>3</sup> Na + 0,61 Na.....           | { 117,0<br>116,9 } | 117,0                    | 117,3     |
| 0,19 AzH <sup>3</sup> Na + 0,81 Na.....           | { 117,3<br>116,9 } | 117,1                    | 116,9     |

» 3<sup>o</sup> *Expériences à + 22°, 4.*

| Composition du mélange.                              | Tensions   |                             | Moyennes. |
|--|------------|-----------------------------|-----------|
|  | observées. | obtenues<br>avec la courbe. |           |
| AzH <sup>3</sup> Na + 2,42 AzH <sup>3</sup> .....    | 371,8      | 371,95                      | 371,87    |
| AzH <sup>3</sup> Na + 1,50 AzH <sup>3</sup> .....    | 371,2      | 371,25                      | 371,22    |
| AzH <sup>3</sup> Na + 0,86 AzH <sup>3</sup> .....    | 371,3      | »                           | 371,30    |
| 0,67 AzH <sup>3</sup> Na + 0,33 AzH <sup>3</sup> ... | 371,2      | 371,30                      | 371,25    |

» A ces diverses températures, la solution saturée disparaît, quand on enlève de l'ammoniaque, en donnant du sodammonium cristallisé et non du sodium. Il est d'ailleurs fort possible que l'on observe ce phénomène à une température plus élevée que celles où j'ai fait des expériences (+ 26°, pression 426°).

» Ces nombres établissent donc l'égalité de tension des deux systèmes aussi bien à 0° qu'à - 10° et à + 22°, 4. J'ai observé la même égalité de tension avec le potassammonium et sa solution saturée à 0° et à + 8°, 44. »

CHIMIE. — *Sur les combinaisons du gaz ammoniac et du gaz hydrogène phosphoré avec le bichlorure et le dibromure de silicium.* Note de M. **BESSON**, présentée par M. Troost.

« *Ammoniaque.* — Persoz a signalé en 1830 la combinaison du gaz ammoniac AzH<sup>3</sup> avec le bichlorure de silicium Si<sup>2</sup>Cl<sup>4</sup> et a donné la composition du composé Si<sup>2</sup>Cl<sup>4</sup>, 6AzH<sup>3</sup>; j'ai vérifié cette composition qui diffère de celle du bromure que j'ai déterminée. Le bromure de silicium Si<sup>2</sup>Br<sup>4</sup> absorbe le gaz ammoniac instantanément avec grand dégagement de chaleur; mais, pour que la réaction soit complète, il faut laisser séjourner le produit de la réaction au moins quarante-huit heures au sein d'une atmosphère de gaz ammoniac. J'ai déterminé la composition du produit de la réaction en cherchant le volume de gaz ammoniac nécessaire à la saturation d'un poids déterminé de bromure; 0<sup>gr</sup>,9 de bromure Si<sup>2</sup>Br<sup>4</sup> ont absorbé un volume de gaz ammoniac qui, ramené à 0° et 760<sup>mm</sup>, est 396<sup>mm</sup>,9, ce qui correspond en poids pour Si<sup>2</sup>Br<sup>4</sup> = 348 à 118,44; or 7AzH<sup>3</sup> = 119. Si l'on rapporte à 100 parties du composé, il renferme en ammoniaque :

|                 |        |
|-----------------|--------|
| Calcul.....     | 25,482 |
| Expérience..... | 25,362 |

Il a donc pour composition  $\text{Si}^2 \text{Br}^1, 7 \text{Az H}^3$ . C'est un corps solide, blanc, d'aspect amorphe, en tout semblable à la combinaison correspondante du chlorure; il est décomposable par l'eau et donne une liqueur fortement alcaline qui dégage de l'ammoniaque, ce qui se conçoit, car le composé renferme plus d'alcali qu'il n'en faut pour saturer les produits de la décomposition du bromure.

» *Hydrogène phosphoré.* — Le gaz hydrogène phosphoré est sans action sur le bichlorure de silicium à la température ordinaire, mais il est absorbé quand celui-ci est refroidi; à  $-23^\circ$ , le chlorure en absorbe environ vingt fois son volume, et le restitue complètement sans subir d'altération quand sa température est ramenée à  $+20^\circ$ . Vers  $-50^\circ$ , il en absorbe un peu plus de quarante fois son volume, et le produit qui reste liquide, même si l'on abaisse sa température vers  $-60^\circ$ , aurait sensiblement pour composition  $\text{Si}^2 \text{Cl}^1, 2 \text{Ph H}^3$ .

» Il existe cependant une combinaison cristallisée de ces deux corps que l'on obtient en comprimant dans le tube Cailletet le gaz en présence d'une petite quantité du chlorure; la première compression fait apparaître deux liquides superposés; mais qu'on vienne à détendre, puis comprimer de nouveau lentement, on voit à  $+10^\circ$ , sous la pression de  $20^{\text{atm}}$ , tout le tube se tapisser de petits cristaux blancs très réfringents qui grossissent beaucoup par une compression lente; en même temps, tout liquide a disparu à la surface du mercure; ces cristaux disparaissent à  $+10^\circ$  sous la pression de  $15^{\text{atm}}$ .

» A  $0^\circ$ , ils apparaissent à  $15^{\text{atm}}$  et disparaissent à  $10^{\text{atm}}$ ; à  $-23^\circ$ , ils apparaissent à  $5^{\text{atm}}$  et persistent à cette température quand on supprime la compression; si enfin on refroidit le tube à  $-35^\circ$  sans comprimer, les cristaux apparaissent spontanément. Cette dernière constatation rendait vraisemblable la formation des cristaux sous l'action seule du froid. C'est, en effet, ce que j'ai pu réaliser en plaçant sur la cuve à mercure un tube rempli d'hydrogène phosphoré; ce tube, fermé à son extrémité, est recourbé, et la petite branche qui contient un peu de chlorure de silicium plonge dans un bain de chlorure de méthyle dont on active l'évaporation.

» A  $-35^\circ$ , on voit apparaître, dans la partie refroidie, des cristaux isolés qui peuvent devenir assez volumineux. Ces cristaux, en petit nombre, se forment toujours aux dépens de la vapeur et jamais au contact du liquide; ils disparaissent quand on retire le tube du bain de chlorure de méthyle. Si l'on sature du chlorure de silicium vers  $-50^\circ$  par du gaz

hydrogène phosphoré, puis qu'on scelle le tube à cette température, il apparaît un grand nombre de petits cristaux sur les parois du tube au-dessus du liquide, et ces cristaux se maintiennent ainsi sans qu'il faille refroidir. L'existence de la combinaison n'est donc pas douteuse; mais son instabilité m'a empêché d'en déterminer la composition. L'hydrogène phosphoré est sans action sur le dibromure de silicium jusqu'à la température où celui-ci se solidifie. Si on les comprime dans le tube Cailletet, l'effet de la pression est nul pendant un temps assez long; cependant, au bout de plusieurs heures et après plusieurs compressions, le liquide, d'abord incolore, devient blanc opaque, puis prend l'aspect d'un corps solide, blanc, amorphe. Si l'on retire le tube, on constate une diminution très notable du volume gazeux, en même temps que les parois du tube restent souillées d'une matière blanchâtre. L'extrémité du tube étant ouverte, on chasse rapidement le gaz par un courant d'air sec; si l'on chauffe ensuite doucement la substance solide, le courant d'air entraîne une nouvelle quantité d'hydrogène phosphoré, en même temps que le solide se résout en gouttelettes liquides. Cette expérience permet d'admettre l'existence d'une combinaison de ces deux corps. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le rôle de certains corps étrangers dans les fers et les aciers.* Note de M. F. OSMOND, présentée par M. Troost.

« Je suis obligé, pour faire comprendre le rôle de ces corps étrangers, de rappeler d'abord rapidement quelques faits déjà connus,

» On sait que le fer est un corps polymorphe. Pendant le refroidissement lent d'un fer électrolytique contenant 0,08 pour 100 de carbone, il se produit deux dégagements de chaleur : l'un, que j'appelle  $a_1$  (<sup>1</sup>), détermine une assez longue station du thermomètre à 855°; l'autre, que j'appelle  $a_2$ , progressif et peu marqué, présente un maximum vers 730° (<sup>2</sup>).

---

(<sup>1</sup>) Tchernoff a appelé *point a* la température à partir de laquelle un acier peut prendre la trempe; c'est cette désignation commode que j'ai conservée, en lui ajoutant des indices, puisque le point *a* peut être un point multiple.

(<sup>2</sup>) Toutes les températures ont été prises par le pyromètre thermo-électrique de M. H. Le Chatelier et les déviations du galvanomètre transformées en degrés centigrades par la formule linéaire.



»  $a_3$  est dû à une transformation allotropique du fer  $\beta$  en fer  $\alpha$ ;  $a_2$  pourrait être une autre transformation, mais semble plutôt, en l'état actuel de la question, représenter la fin de la première, retardée, dans les parties relativement carburées du métal, par la présence du carbone.

» Le carbone lui-même, en passant de l'état de *carbone de trempe* à l'état de *carbone de recuit*, détermine, pendant le refroidissement des fers carburés, un troisième dégagement de chaleur que j'appelle  $a_1$ , et que Barrett a découvert sous le nom de *récalescence*.

» Ces divers points critiques ne sont pas fixes : à mesure que la teneur en carbone s'élève,  $a_3$  s'abaisse rapidement et rejoint  $a_2$ ; puis  $a_3$  et  $a_2$  réunis s'abaissent encore et vont rejoindre  $a_1$ , qui s'est lentement élevé de son côté.

» Les corps étrangers ont également une action propre que j'ai déjà étudiée pour quelques-uns (1) et que je me propose d'examiner aujourd'hui pour quelques autres, grâce à l'obligeance de plusieurs savants anglais qui ont bien voulu me fournir des échantillons rares préparés pour leurs recherches personnelles.

» Les corps sur lesquels j'ai pu obtenir des renseignements plus ou moins complets sont le bore, le nickel, le cuivre, le silicium, l'arsenic et le tungstène.

» 1° *Bore*. (Un échantillon préparé et donné par M. le professeur W.-C. Roberts-Austen, qui l'a obtenu en fondant ensemble dans le vide le fer et le bore cristallisé.) — Le bore, dans l'échantillon considéré, agit à la manière du carbone :  $a_3$  a été abaissé, partie entre  $815^\circ$ - $805^\circ$ , partie entre  $735^\circ$ - $725^\circ$ , c'est-à-dire en  $a_2$ .

» 2° *Nickel*. (Un échantillon préparé au laboratoire de M. Troost et contenant pour 100 : carbone 0,34; nickel 5,97; manganèse, traces.) — Pour un acier sans nickel de même teneur en carbone,  $a_3$  et  $a_2$  seraient confondus ensemble, mais complètement distincts de  $a_1$ ; le nickel réunit  $a_3$ ,  $a_2$  et  $a_1$  en un seul point critique entre  $660^\circ$ - $640^\circ$ , température franchement inférieure à la température normale de la récalescence.

» M. Hopkinson a, de son côté, et par une autre méthode, trouvé tout récemment que l'acier dur à 25 pour 100 de nickel a son point critique au-dessous de zéro pendant le refroidissement. Le nickel agit comme le manganèse.

---

(1) *Comptes rendus*, séance du 4 avril 1887.

3° *Cuivre.* (Trois échantillons préparés par MM. Bail et Wingham et donnés par M. Roberts-Austen.)

|                                    | I     | II    | III    |
|------------------------------------|-------|-------|--------|
| Chaleur pour 100 grammes de fer    | 6.157 | 4.19  | 4.43   |
| Chaleur pour 100 grammes de cuivre | 6.189 | 6.183 | < 0.10 |

A mesure que la teneur en cuivre s'élève,  $a_1$  s'abaisse et  $a_2$  en fait autant. Pour les deux spécimens qui contiennent le plus de cuivre,  $a_1$  se confond avec  $a_2$  entre  $730^\circ-720^\circ$  et  $a_1$  descend entre  $625^\circ-600^\circ$ .

L'action du cuivre sur la transformation allotropique du fer est donc analogue aussi à celle du carbone, mais beaucoup moins énergique : 4 pour 100 de cuivre font à peu près le même effet que 0,25 à 0,30 de carbone; sur la recalescence, le cuivre agit à la façon du manganèse et du nickel.

4° *Silicium.* (Cinq échantillons préparés et donnés par M. R.-A. Hadfield et contenant de 0,20 à 4,40 de silicium; tous les autres corps étrangers sont en proportions faibles et peu différentes.) — A mesure que la teneur en silicium s'élève, la quantité de chaleur dégagée en  $a_1$  va en diminuant; déjà fortement affaiblie par une teneur en silicium de 0,80, elle devient sensiblement nulle pour les teneurs au-dessus de 2 pour 100. Mais, contrairement à ce qui se passait en présence du carbone, du manganèse, du nickel ou du cuivre, la chaleur non dégagée en  $a_1$  ne se dégage pas à une température plus basse; on ne la retrouve nulle part entre  $1400^\circ$  et  $500^\circ$ . Le silicium empêche donc la transformation allotropique du fer. Mais, au rebours des corps étudiés ci-dessus et qui maintenaient le fer à l'état  $\beta$  pendant le refroidissement, le silicium maintient le fer à l'état  $\alpha$  pendant le chauffage.

En même temps que  $a_1$  disparaît,  $a_2$  garde son intensité ordinaire et tend à s'abaisser légèrement de  $730^\circ-720^\circ$  à  $710^\circ-700^\circ$ ;  $a_3$ , au contraire, se relève franchement de  $650^\circ-650^\circ$  à  $710-700^\circ$ .

5° *Arsenic.* (Quatre échantillons préparés par MM. Harbord et Tucker et donnés par M. Roberts-Austen.) — La teneur en arsenic s'élevant de traces à 0,55,  $a_1$  perd en intensité et s'élève en position; l'arsenic agit comme le silicium et maintient le fer à l'état  $\alpha$ .

L'action de l'arsenic sur  $a_2$  et sur  $a_3$  n'est pas discernable, à la teneur considérée, dans les métaux examinés.

6° *Tungstène.* (Quatre échantillons de même provenance que les précédents.) — La teneur en tungstène s'élevant de traces à 1,50 pour 100,  $a_1$

paraît garder son amplitude et sa position normales, eu égard à la composition chimique des barreaux. Le tungstène n'a donc qu'une influence douteuse sur la transformation allotropique du fer, mais il abaisse considérablement  $\alpha_1$ , du moins si le chauffage a été poussé à une température suffisante : c'est ainsi que  $\alpha_1$  descend à 540°-530° dans l'échantillon le plus riche, fait que j'avais déjà remarqué dans un acier beaucoup plus dur. Le rôle du tungstène, dans son ensemble, présente donc des particularités singulières.

» Je demanderai prochainement à l'Académie la permission de lui présenter la synthèse de ces observations (1). »

MINÉRALOGIE. — *Sur la Lussatite, nouvelle variété minérale cristallisée de silice.*

Note de M. ER. MALLARD, présentée par M. Daubrée.

« On connaît les cristaux de quartz limpide, qui se rencontrent, sur le bitume même, dans le gîte de Pont-du-Château, et que l'on trouve dans toutes les collections. Ces cristaux sont recouverts d'une enveloppe de couleur un peu laiteuse, qui épouse exactement la forme cristalline, dont elle arrondit seulement les angles ; la surface, assez unie, se montre cependant couverte de très petits mamelons. Lorsqu'on taille des lames dans ces cristaux, on voit, au microscope polarisant, l'enveloppe formée d'une matière fibreuse ou plutôt fibro-lamelleuse, dont les fibres sont perpendiculaires à la surface du cristal. Ces fibres sont nettement biréfringentes, quoique beaucoup moins que le quartz ; elles s'éteignent exactement, ou à très peu près, suivant leur longueur, et le *signe optique de l'allongement est positif*. Ce dernier caractère les distingue très nettement de celles de la calcédoine, dont le signe optique de l'allongement est toujours négatif et dont la biréfringence est d'ailleurs plus énergique.

» La densité de cette matière, prise sur un petit fragment isolé avec soin, au moyen d'une liqueur lourde, est de 2,04, tandis que la densité de la calcédoine est de 2,59, celle de la tridymite de 2,29. La densité de l'opale est presque égale à celle de notre matière et varie entre 1,93 et 2,09.

» L'indice moyen de réfraction pour la raie D est égal à 1,446 ; c'est à peu près l'indice indiqué pour l'opale. L'indice moyen de réfraction de la tridymite est, d'après mes observations, égal à 1,476 pour D.

» La substance est de la silice à peu près pure ; car mon ami M. H. Le

---

(1) Ces recherches ont été faites au laboratoire de M. Troost, à la Sorbonne.

Chatelier, qui a bien voulu en faire l'essai, n'a trouvé qu'un résidu de 0,011 de sulfate après attaque par l'acide fluorhydrique et par l'acide sulfurique.

» Chauffée jusque vers 1000°, après dessiccation à 100°, la matière a perdu sur un échantillon 7,9 pour 100, sur un autre 8,5 pour 100 d'eau. Toute l'eau part avant 600°.

» Après la calcination, la densité a diminué de 2,04 à 1,94. Les grains de la substance sont devenus blancs et à peu près opaques; mais, si l'on taille une lame assez mince pour être transparente, on constate que la biréfringence des fibres cristallines persiste et a même augmenté, le signe optique de l'allongement restant le même.

» La substance cristalline dont je viens signaler l'existence paraît n'être jamais absolument pure, mais toujours mélangée d'une quantité plus ou moins grande de silice amorphe, c'est-à-dire d'opale. On constate ce mélange en examinant au microscope polarisant des lames taillées perpendiculairement aux fibres: on voit alors de très petites sections cristallines biréfringentes disséminées dans une matière amorphe. C'est du reste ce que l'on voit bien plus clairement encore dans certaines concrétions, d'une jolie couleur bleue, qui recouvrent de la limonite à Tresszivan (Hongrie), et sont en rapport avec de la calcédoine bleueâtre.

» Ces concrétions sont formées en majeure-partie par de l'opale amiréfringente, au milieu de laquelle se montrent des fibres rayonnantes plus ou moins serrées, biréfringentes et à allongement optique positif.

» Il semble donc que l'on puisse admettre que la substance en question est anhydre, ce que paraît démontrer sa résistance à l'action de la chaleur: la quantité d'eau que la chaleur expulse provient sans doute de la déshydratation de l'opale qui produit l'opacité de la matière. Il se peut cependant que la substance biréfringente soit hydratée et perde son eau sous l'influence de la chaleur sans cesser d'être cristalline, ainsi que j'ai démontré que cela se produit pour la heulandite. Des recherches ultérieures permettront peut-être de décider la question.

» Les gisements de la nouvelle variété cristallisée de silice paraissent très répandus. On la rencontre, non loin de Pont-du-Château, dans le gisement de bitume de Lussat, ou elle forme l'enveloppe assez épaisse de grosses concrétions calcédoniennes; c'est de ce gîte que nous avons isolé, au moyen de la liqueur lourde, la matière qui a servi aux essais de M. Le Chatelier.

» J'ai cité déjà le gîte de Tresszivan.

» On trouve encore la même substance, dans le Cornouailles, recouvrant d'une enveloppe jaunâtre des espèces de stalactites entre-croisées, formées à l'intérieur par de la calcédoine dont les fibres sont disposées suivant les rayons de la stalactite.

» On la trouve en grande quantité, au milieu de l'opale, dans les beaux échantillons stratifiés de silice jaunâtre qui viennent des îles Féroë. Les parties limpides de ces échantillons sont de l'opale à peu près pure; d'autres parties moins limpides montrent, au milieu de l'opale, des grains concrétionnés et fibreux de calcédoine et qui, en devenant de plus en plus nombreux, font passer à des strates de calcédoine pure. D'autres strates enfin, à aspect laiteux et blanchâtre, et dont la densité est de 2,04 à 2,05, montrent des fibres aplaties biréfringentes, plus ou moins contournées ou gondolées, qui conservent leur biréfringence après la calcination. Ces lames peuvent être assez abondantes pour donner à la matière un aspect lamelleux grossier, mais très net. L'allongement optique est positif, l'extinction est d'ailleurs toujours très imparfaite et seulement partielle. Bien d'autres gisements ne tarderont pas sans doute à être signalés.

» La curieuse substance minérale dont je viens de faire connaître les principales propriétés se distingue nettement des autres variétés de silice connues jusqu'à présent, le quartz, la calcédoine, la tridymite et l'opale. Je propose de lui donner le nom de *lussatite* pour rappeler l'un des gisements où l'on peut le mieux étudier ses propriétés. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les oxydes de manganèse. 1<sup>re</sup> Partie : Psilomélanes et wads.* Note de M. ALEX. GORGEU, présentée par M. Friedel.

« Les analyses complètes de trois échantillons de wads, provenant de la collection de l'École des Mines, que MM. Friedel et Mallard ont bien voulu mettre à ma disposition, jointes à celles de plusieurs psilomélanes de divers gisements, m'ont permis de constater qu'il existe dans la nature de véritables combinaisons de l'acide manganoux avec différentes bases.

» L'étude des manganites de manganèse proprement dits : hausmannite, acerdèse et braunite, fera l'objet d'une Note spéciale.

» Les psilomélanes analysées provenaient : l'une de Romanèche, la deuxième de la province de Thuringe, et la dernière de Lorca, en Espagne. On a fait deux analyses distinctes des couches extérieures et intérieures des deux premiers échantillons.

» Les trois wads de l'École des Mines justifiaient bien par leur légèreté le nom de *manganèse liège* donné par certains auteurs à ces espèces de minerais. On ne connaissait pas la provenance de l'un d'eux que, pour cette raison, je désignerai par la lettre *x*; l'un des deux autres venait de Romanèche et le troisième de Giessen.

» Je ne puis exposer ici le mode d'analyse suivi ni le Tableau des résultats analytiques obtenus : ils trouveront leur place dans la publication *in extenso* de ce travail (1). Je me contenterai de faire connaître dans cette Note les faits les plus intéressants, quelques-uns déjà constatés, d'autres nouveaux, auxquels m'ont conduit les analyses des psilomélanes et des wads que j'avais à ma disposition.

» Les psilomélanes offrent des exemples de combinaisons naturelles, dans lesquelles le corps jouant le rôle d'acide ne peut être que l'acide manganéux; les proportions des autres acides que renferment les minerais ne correspondent nullement, en effet, à celles des bases.

» Dans la psilomélane la plus riche en baryte, celle de Romanèche, les différentes couches qui la constituent présentent dans leur composition chimique des différences très notables. Ce fait n'avait pas encore été observé.

» Dans les psilomélanes en général, le suroxyde de manganèse qu'elles contiennent ne se trouve pas à l'état de bioxyde, mais sous la forme de manganites manganéux compris entre  $6(\text{MnO}^2)\text{MnO}$  et  $8(\text{MnO}^2)\text{MnO}$ .

» Les manganites dont sont formées les psilomélanes sont à bases multiples et variables : oxydes manganéux et barytique dans celle de Romanèche; oxydes de manganèse, de baryte, de chaux et de potasse dans celle de Thuringe; oxydes manganéux, barytique et sodique dans celle de Lorca.

» Toutes les psilomélanes sont hydratées. Enfin, on a constaté que, parmi ces manganites naturels, ceux qui sont le plus basiques ont une composition exprimée par la formule  $3(\text{MnO}^2)\text{RO}$ .

» L'examen des onze analyses de psilomélanes citées dans le *Traité de Minéralogie* de Dana amène à des conclusions qui s'éloignent bien peu des précédentes.

» Parmi les trois wads de l'École des Mines, il y en avait deux cristallisés, celui de provenance inconnue et l'échantillon de Romanèche. C'est un fait que l'on n'avait pas encore signalé. La petitesse des cristaux ne

---

(1) *Bulletin de la Société chimique*, février 1890.

permettait pas de déterminer leur forme, mais il était facile de constater qu'ils agissaient franchement sur la lumière polarisée.

» Les wads, comme les psilomélanes, sont des manganites à bases multiples et variées; le suroxyde de manganèse qu'ils renferment n'y est pas non plus représenté par du bioxyde, mais par des manganites oscillant entre  $7(\text{MnO}^2)\text{MnO} + 10(\text{MnO}^2)\text{MnO}$ .

» Les deux wads cristallisés ont donné à l'analyse des résultats qui prouvent que leur composition est à peu près exactement exprimée par l'une des formules  $3\text{MnO}^2\text{RO} + 3\text{HO}(\text{wad } x)$  ou  $3(\text{MnO}^2)\text{RO} + \text{HO}$  (wad de Romanèche). Ils présentent donc, au point de vue chimique, la plus grande analogie avec les psilomélanes les plus basiques.

» L'affinité de l'acide manganoux pour les oxydes auxquels il se trouve combiné dans les psilomélanes et les wads est assez énergique; elle est mise en évidence par la difficulté que l'on éprouve à isoler cet acide en soumettant ces minéraux à l'action des acides étendus. Tous ces corps, finement pulvérisés, traités à trois reprises par l'acide azotique étendu de 4 volumes d'eau et bouillant, ne lui cèdent en effet qu'une partie souvent peu importante des bases qu'ils renferment. Tous lui abandonnent du protoxyde de manganèse et, fait remarquable, les wad et psilomélane de Romanèche, si riches en baryte,  $\frac{17}{100}$ , ne cèdent à ces traitements acides répétés que le dixième environ de cette base.

» Les wads et les psilomélanes sont donc de véritables manganites acides et hydratés dont les échantillons les mieux caractérisés et les plus riches en protoxyde présentent une composition représentée par la formule  $3(\text{MnO}^2)\text{RO} + 1 \text{ à } 3\text{HO}$  (1). »

ZOOLOGIE. — *Développement de l'Halcompa chrysanthellum d'après la disposition des cloisons* (2). Note de M. FAUROT, adressée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les cloisons sont au nombre de vingt-quatre, dont douze grandes, disposées par paires, sont inégales dans presque toute leur étendue et fertiles dans leur partie supérieure seulement. Les douze autres sont petites, stériles et de dimensions toujours semblables dans toute leur lon-

(1) Paris, laboratoire de M. Friedel.

(2) Ce travail a été fait au laboratoire de Roscoff.

gueur. Ces dernières sont également disposées par paires dans les intervalles formés par les six grandes paires. Un peu au-dessus de l'extrémité inférieure de l'*Halcampa*, les douze grandes cloisons ne portent ni muscles longitudinaux, ni organes génitaux, ni *craspeda*. L'inégalité de leurs dimensions est en rapport avec le développement graduel des cloisons, c'est-à-dire que les cloisons les plus grandes, à ce niveau inférieur, seront les premières qui, plus haut, apparaîtront munies d'abord de *craspeda*, plus haut de muscles longitudinaux et enfin de cellules sexuelles. Ce n'est que dans le tiers supérieur environ que ces douze grandes cloisons acquerront leurs dimensions définitives et deviendront toutes égales.

» Quant aux six paires petites et stériles, l'égalité constante de leurs dimensions, du bas en haut de l'Actinie, fait que nous ne pouvons rien préjuger de l'ordre de leur apparition.

» *Développement des douze grandes cloisons.* — 1° Ainsi que dans l'*Actinia mesembryanthemum*, comme l'a montré le premier M. de Lacaze-Duthiers, les deux premières cloisons apparaissent dans un plan transversal par rapport au grand axe de la bouche, et divisent la cavité du corps en deux loges inégales.

» 2° Ces premières cloisons I et II, ainsi que les dix suivantes, apparaissent deux par deux, mais *pas simultanément*. Il y a un retard bien marqué dans l'accroissement d'une cloison par rapport à l'autre. Ce retard se produit constamment sur les cloisons d'un même côté de l'animal. Si, en effet, on oriente l'*Halcampa* de façon à ce que la petite loge formée par les deux premières cloisons soit en bas et, par conséquent, la grande loge en haut, toutes les cloisons du côté gauche ont un développement un peu plus rapide que les cloisons qui leur correspondent du côté droit. Il y a exception pour les deux paires de direction, pour lesquelles le phénomène inverse se produit.

» 3° La troisième et la quatrième cloison apparaissent dans la grande loge, la divisant en trois loges secondaires égales.

» 4° La cinquième et la sixième cloison apparaissent, à côté l'une de l'autre, à l'extrémité terminale de la petite loge primaire et forment la première paire de direction.

» 5° La septième et la huitième cloison apparaissent, à côté l'une de l'autre, à l'extrémité de la grande loge et forment la seconde paire de direction.

» 6° La neuvième et la dixième cloison apparaissent également dans la grande loge : la neuvième entre la première et la troisième ; la dixième entre la deuxième et la quatrième.



» 7° La onzième et la douzième cloison apparaissent dans la petite loge : la onzième entre la première et la sixième; la douzième entre la deuxième et la cinquième. »

ZOOLOGIE. — *Sur la structure de l'appareil excréteur de l'Écrevisse.* Note de M. **PAUL MARCHAL**, adressée par M. de Lacaze-Duthiers.

« L'appareil excréteur des Crustacés et en particulier de l'Écrevisse a déjà été l'objet de nombreux travaux. Mais les auteurs ayant au sujet de sa structure les opinions les plus divergentes et ne donnant en général aucune démonstration sérieuse à l'appui de leur manière de voir, il en résulte que l'anatomie de cet organe reste entièrement problématique. L'auteur qui, de beaucoup, donne les résultats les plus conformes à la vérité est Wassiliew : malheureusement, son travail, écrit en russe, reste inintelligible pour beaucoup de savants, et, de plus, étant trop sommaire pour établir les faits d'une façon irréfutable, il a été entièrement contredit depuis peu par Szigethy et par Rawitz qui donnent chacun de la glande une description différente et, du reste, également fausse.

» Les travaux que j'ai entrepris sur ce sujet, parallèlement à des recherches analogues poursuivies au laboratoire de Roscoff sur les Crustacés marins, me permettent aujourd'hui de donner la topographie complète de l'appareil excréteur de l'Écrevisse. Les méthodes que j'ai employées et qui, jusqu'ici, n'avaient pas encore été appliquées à cette étude, seront exposées en détail dans un prochain Mémoire; nous ne consignerons ici que les principaux résultats obtenus.

» La glande verte de l'Écrevisse se compose, de l'avis de tous les auteurs, de trois parties distinctes : le saccule (substance jaune), la substance blanche et la substance verte ou corticale.

» 1° Le saccule n'est pas un simple sac traversé irrégulièrement et en tous sens par des brides vasculaires et des cloisons, de façon à transformer sa cavité en une sorte d'éponge, ainsi que l'ont avancé certains auteurs. Sa cavité est divisée en deux compartiments principaux par une cloison longitudinale et médiane; les autres cloisons sont disposées de telle sorte que le moule du système cavitaire du saccule, obtenu par une injection, représente exactement une glande en grappe, dont les deux lobes principaux sont déterminés par la grande cloison médiane. Cette disposition rappelle la structure du poumon de certains Reptiles. Chez les Brachyures,

le saccule se ramifie, et les ramifications, atteignant un développement énorme, s'enchevêtrent en tous sens dans le reste de la glande et donnent à cette dernière une structure très compliquée.

» 2° La substance verte, ou corticale, n'est pas un tube contourné et pelotonné sur lui-même (Grobber), ni un sac aplati (Wassiliew), mais un réseau glandulaire, formé de canaux anastomosés entre eux sur un plan unique, à mailles assez régulières et figurant, lorsqu'il est injecté, une sorte de filet extrêmement élégant. De ces canaux partent des diverticules renflés en ampoules, et qui constituent les vésicules de la substance verte.

» 3° La structure de la substance blanche répond à la description qu'en a donnée Wassiliew; les descriptions plus récentes de Szigethy et de Rawitz sont, au contraire, absolument fausses. La substance blanche est formée par un cordon unique et non double, comme le prétend Rawitz. Vers l'une de ses extrémités, celle qui est en rapport avec la substance verte, ce cordon devient transparent, et il est creusé d'une cavité à peu près cylindrique; il constitue donc en ce point un véritable tube; presque tout le reste est transformé en tissu spongieux par la formation de cloisons et de trabécules qui traversent la cavité en tous sens; ce n'est donc pas, à proprement parler, un tube, mais un cordon spongieux.

» Quant aux communications de ces différentes parties entre elles, elles sont, d'une façon générale, telles que Wassiliew les a établies, bien que cet auteur ait encore été sur ce point contredit par Szigethy et par Rawitz.

» Le saccule, formant le cul-de-sac terminal de tout le système, communique par un canal rétréci et très court avec le réseau glandulaire de la substance verte. Ce canal est visible sans préparation. Le cordon spongieux de la substance blanche communique par une de ses extrémités avec la vessie, et se continue d'autre part avec le réseau glandulaire de la substance verte, par l'intermédiaire du tube transparent contourné dont nous avons déjà parlé. Des injections m'ont permis de voir, d'une façon précise, le passage d'une substance à l'autre: le tube transparent, après avoir décrit plusieurs circonvolutions, s'élargit en se ramifiant, et les ramifications, s'anastomosant entre elles, constituent le réseau de la substance verte.

» En résumé, l'appareil excréteur de l'Écrevisse peut être considéré comme formé d'un sac cloisonné, la disposition des cloisons tendant à réaliser la structure d'une glande en grappe; d'un réseau glandulaire occupant toute la face inférieure de la glande; d'un tube transparent

contourné; d'un cordon spongieux large et blanc, pelotonné sur lui-même; d'une large vessie, et d'un canal excréteur débouchant au dehors à la base de l'antenne : ces différentes parties communiquant entre elles dans l'ordre où elles sont énumérées. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Le mode d'union de la tige et de la racine chez les Gymnospermes.* Note de M. P.-A. DANGEARD, présentée par M. Duchartre.

« Précédemment, j'ai établi la manière dont les diverses parties de la tige et de la racine s'unissent région à région (1); je me propose, dans cette Note, d'étudier au même point de vue les Gymnospermes.

» On sait que, chez les Gymnospermes, le nombre des cotylédons varie non seulement avec les genres et les espèces, mais encore dans certaines espèces avec les individus; il était nécessaire de voir quelle influence ce fait pouvait avoir sur l'insertion de la racine et sa structure.

» A. Lorsque le nombre des cotylédons est de deux (*Taxus baccata*, *Riota pendula*, *B. orientalis*, *Abies canadensis*, *Actinostrobus pyramidalis*, *Cupressus funebris*, etc.), il y a deux faisceaux ligneux à la racine alternant avec deux faisceaux libériens; l'insertion a lieu comme chez les Dicotylédones à cotylédons uninerviés ou penninerviés (2). On doit remarquer toutefois que la trace cotylédonnaire ligneuse ne se divise généralement que peu ou point pour l'insertion, contrairement à ce qui existe chez la plupart des Dicotylédones.

» Si, dans les mêmes espèces ou des espèces différentes, la plantule possède trois cotylédons, il y a trois faisceaux à la racine.

» Jusqu'ici, la racine se trouve orientée de telle manière que le plan vertical médian de chaque cotylédon passe par un faisceau ligneux de la racine : c'est le cas général rencontré chez les Dicotylédones.

» B. Lorsque le nombre des cotylédons est plus élevé, le nombre des faisceaux de la racine, au lieu d'être égal à celui des cotylédons, devient

---

(1) *Comptes rendus*, 2<sup>e</sup> semestre 1888, et *Recherches sur le mode d'union de la tige et de la racine chez les Dicotylédones* (*Le Botaniste*, 1<sup>re</sup> série, p. 75-125, Pl. IV, V).

(2) *Loc. cit.*, p. 120.

*moitié* moindre : si  $2n$  est le nombre des cotylédons,  $n$  sera le nombre des faisceaux de la racine. En effet, chaque faisceau de la racine, soit libérien, soit ligneux, s'insère sur *deux* traces cotylédonnaires, ce qui peut être indiqué par le rapport  $\frac{2n}{n}$ .

» On aura normalement les rapports suivants :  $\frac{6}{3}$  (*Larix europæa*, *Abies alba*, etc.);  $\frac{8}{4}$ ,  $\frac{10}{5}$ ,  $\frac{12}{6}$ ,  $\frac{14}{7}$  (*Picea*, *Pinus Pinea*, *P. canadensis*, *P. Laricio*, *P. excelsa*, etc.); mais il y a de nombreuses exceptions. Elles sont dues :

» 1° A ce que l'une des traces cotylédonnaires se divise en deux pour donner insertion à un faisceau de la racine, les autres traces cotylédonnaires conservant la disposition ordinaire; ce fait correspond aux rapports  $\frac{5}{3}$ ,  $\frac{7}{4}$ ,  $\frac{9}{6}$ ,  $\frac{11}{6}$ ,  $\frac{13}{7}$ ;

» 2° A ce que l'une des traces cotylédonnaires se réunit à une autre sans servir à l'insertion; ce cas correspond aux rapports  $\frac{7}{3}$ ,  $\frac{9}{4}$ ,  $\frac{11}{5}$ ,  $\frac{13}{6}$ ,  $\frac{15}{7}$ .

» On voit que, dans le cas normal, la racine possède encore une orientation fixe; mais c'est à un intervalle entre cotylédons que correspond, dans un plan vertical, chaque faisceau ligneux.

» Ajoutons que, l'axe hypocotylé étant le siège d'un accroissement intercalaire considérable, accroissement qui n'est pas le même pour toutes les régions, il ne saurait y avoir de collet théorique. Bien plus, parmi les *éléments de raccord* appartenant soit au tissu conducteur, soit au tissu conjonctif, il n'est pas toujours possible de distinguer nettement ce qui doit être attribué à la racine et ce qui fait partie de l'axe hypocotylé. »

GÉOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Nouveau procédé de reproduction artificielle du platine ferrifère magnétipolaire.* Note de M. STANISLAS MEUNIER.

« La conclusion générale d'une série de Communications que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, c'est que les types les plus fréquents de roches météoritiques se sont constitués, en dehors de tout phénomène de fusion, simplement par voie de concrétion, aux dépens de vapeurs réagissant les unes sur les autres. Cette doctrine, étayée à la fois sur des observations relatives à la structure intime des météorites et sur des expériences synthétiques ayant procuré la reproduction des principaux minéraux contenus dans les pierres tombées du ciel, s'étend dans ma pensée aux masses terrestres qui leur sont lithologiquement comparables, et avant tout aux roches péridotiques et pyroxéniques comme les dunites, les do-

lérites à fer natif et les brèches qui font la gangue du platine natif dans l'Oural, à la Nouvelle-Zélande et à Bornéo.

» A l'égard de ces dernières roches, dont M. Daubrée s'est attaché à démontrer les analogies avec les météorites (<sup>1</sup>), je me crois aujourd'hui en possession d'arguments nouveaux, concordant avec ceux que j'ai déjà fait valoir pour témoigner en faveur de l'origine par concrétion, opposée à la production par fusion. Il s'agit d'une synthèse, qui paraît complètement satisfaisante, de l'alliage singulier auquel Breithaupt proposait d'appliquer la dénomination d'*Eisenplatin* et qui, renfermant de 12 à 19 pour 100 de fer, joint à l'inaltérabilité du platine les propriétés magnétiques du fer.

» Je rappellerai d'abord qu'Henri Sainte-Claire Deville et Debray (<sup>2</sup>), puis M. Daubrée (<sup>3</sup>), ont obtenu par fusion des alliages de fer et de platine renfermant les deux composants dans la proportion voulue et possédant les caractères physiques dont il s'agit. Mais on conçoit avec quel intérêt je devais tenter la même synthèse, en opérant par condensation de vapeurs, c'est-à-dire par le même procédé qui m'a fourni déjà le pyroxène magnésien, le péridot et tous les alliages météoritiques de fer et de nickel. Il ne faut pas perdre de vue, à cet égard, que le platine est disposé dans les roches qui le renferment comme les minéraux métalliques dans les météorites, c'est-à-dire en granules ramuleux dans les interstices des éléments lithoïdes. Or, l'exceptionnelle infusibilité du platine rend tout particulièrement difficile de comprendre une semblable association par voie de fusion : si l'on fondait la roche, il est évident que les silicates seraient liquéfiés bien avant tout commencement de ramollissement des granules métalliques, et si le tout était enfin fondu, le refroidissement donnerait d'abord des sphérules de métal autour desquelles se solidifieraient les substances pierreuses, ce qui est manifestement l'inverse de ce que présente la nature.

» La question était donc de savoir si le chlorure de platine et le chlorure de fer étant simultanément réduits par l'hydrogène à une température extrêmement inférieure à celle de la fusion de ces métaux, ceux-ci contracteraient ensemble une combinaison du genre de l'*Eisenplatin*. Déjà Boussingault, il y a de longues années, a préparé par une méthode ana-

---

(<sup>1</sup>) DAUBRÉE, *Géologie expérimentale*, p. 553; 1879.

(<sup>2</sup>) DEVILLE et DEBRAY, *Comptes rendus*, t. LIV, p. 1139; 1862.

(<sup>3</sup>) DAUBRÉE, *Géologie expérimentale*, p. 119.

logue une matière renfermant du platine et du fer (1); mais celle-ci, noire, pulvérulente et pyrophorique, n'a aucun rapport avec le minéral naturel, et ce précédent aurait pu faire *a priori* douter du succès de l'entreprise.

» Les choses étant disposées à peu près comme pour la préparation synthétique de la tænite, de la kamacite et des autres alliages météoritiques(2), j'ai soumis un mélange de 5 parties de bichlorure de platine et de 1 partie de protochlorure de fer à l'hydrogène pur et sec dans un tube de porcelaine, simplement chauffé au rouge par un feu de charbon de bois. Quand tout dégagement d'acide chlorhydrique eut cessé, on laissa l'appareil refroidir lentement et l'on en retira une substance métallique, tuberculeuse, ayant l'éclat et la couleur du platine, cohérente et se brisant en fragments irréguliers : de toutes parts, au microscope, on y voit des facettes cristallines, octaédriques ou cubiques, de très faibles dimensions.

» Loin d'être pyrophorique, comme le produit de Boussingault, cette substance résiste, sans altération aucune, soit à l'acide chlorhydrique, soit à l'acide azotique bouillants. En même temps elle est faiblement, mais très nettement magnétique et, ce qui achève sa ressemblance avec l'*Eisen-platin*, certains de ses grains présentent des pôles, dont les uns sont attirés et les autres repoussés par la même extrémité du barreau aimanté.

» Dans des expériences où le courant de gaz réducteur avait été trop rapide, il s'est fait en quelques parties du tube une séparation des chlorures qui sont inégalement volatils : tels points contenaient du platine sensiblement dépourvu de fer, et tels autres de petits grains noirs de fer à peu près pur. C'est la reproduction d'un fait naturel : maintes pépites de platine ne contiennent pas de métal magnétique, et les oxydations ultérieures, concomitantes à la serpentisation, ont transformé le fer natif en fer oxydulé.

» Il est d'ailleurs bien facile de produire l'alliage de fer et de platine sous la forme de squelette métallique, cimentant ensemble des grains pierreux, péridotiques ou autres, exactement comme on obtient les alliages de fer nickelé avec la situation qu'ils ont dans les syssidères ; par conséquent, les traits essentiels du gisement du platine au sein des roches magnésiennes sont imités, en même temps que l'ensemble des caractères physiques et chimiques de cette très intéressante espèce minérale. »

---

(1) BOUSSINGAULT, *Annales de Chimie et de Physique*, 2<sup>e</sup> série, t. LIII, p. 441.

(2) STANISLAS MEUNIER, *Savants étrangers*, t. XXVII, n<sup>o</sup> 5.

GÉODÉSIE ET GÉOGRAPHIE. — *Carte hypsométrique de la Russie d'Europe.*  
Note de M. ALEXIS DE TILLO, présentée par M. Daubrée.

« Cette Carte est à l'échelle de  $\frac{1}{2520000}$  et représente les résultats de tous mes travaux hypsométriques, qui ont duré quinze ans.

» Toutes les altitudes connues, au nombre total de 51 385 points, ont été inscrites sur les feuilles de la grande Carte de Russie au  $\frac{1}{420000}$ , et c'est sur ces feuilles, au nombre de 82, que j'ai construit le réseau des lignes équidistantes qui déterminent les variations du relief du sol. Puis, je les ai réduites à une échelle six fois moindre, c'est-à-dire au  $\frac{1}{2520000}$ .

» Les limites de la Carte sont comprises entre 47° et 60° de latitude nord. Les parties septentrionales de la Russie d'Europe ont été exclues à défaut de données hypsométriques suffisantes, et le Caucase, qui possède sa propre Carte orographique et en relief, a aussi été laissé hors du cadre, parce que l'introduction du massif caucasien aurait fait diminuer le nombre des teintes dans les parties des plaines, ce qui aurait rendu impossible l'expression du relief du centre de la Russie d'Europe, but principal de mon travail.

» Le principe fondamental des teintes de la Carte est celui-ci :

» La hauteur moyenne de la Russie d'Europe étant près de 170<sup>m</sup>, j'ai choisi le niveau de 170<sup>m</sup> comme limite des terres basses et des terres hautes. Les premières sont colorées en vert (5 teintes), les secondes en bistre (12 teintes). Les teintes deviennent de plus en plus intenses en descendant et en montant à partir de la ligne de niveau de 170<sup>m</sup> qui a servi de base générale.

» Les lignes équidistantes sont tracées, jusqu'à la hauteur absolue de 700<sup>m</sup>, de 10<sup>m</sup> en 10<sup>m</sup> et, pour les parties plus élevées, de 100<sup>m</sup> en 100<sup>m</sup> (approximativement, puisque les hauteurs de la Carte sont exprimées en sagènes).

» Sur les marges, j'ai rappelé les documents dont je me suis servi pour la construction de la Carte; en outre, deux brochures expliquent : l'une la valeur scientifique des diverses sources et la méthode suivie; l'autre présente les principaux résultats orographiques, que je vais énoncer succinctement.

» Les plaines de la Russie d'Europe comprises entre les Carpathes et les monts Oural ne sont pas divisées, comme on l'a généralement admis

jusqu'à aujourd'hui, par des rangées de hauteurs allant de l'ouest à l'est et nommées *hauteurs carpatho-ouraliennes* et *ouralo-baltiques*.

» Tout au contraire, la Russie d'Europe est partagée par deux rangées de hauteurs de faible élévation, ayant approximativement une direction nord-sud. L'une commence aux monts Valdaï et finit aux bords de la mer d'Azof, l'autre borde les rives droites du Volga, de Nishnij et Kasan jusqu'à Tzaritzyn, ayant pour prolongation les hauteurs Ergheni. La première rangée a plus de 1300<sup>km</sup> et la seconde plus de 1100<sup>km</sup> de long du nord au sud. Les hauteurs qui commencent aux monts Valdaï et qui aboutissent à la mer d'Azof ont été nommées par moi *hauteurs du centre de la Russie d'Europe* ou *hauteurs centrales de la Russie d'Europe*. »

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

---

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

---

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 27 JANVIER 1890.

*Annuaire pour l'an 1890*, publié par le Bureau des Longitudes. Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1 vol. in-18. (Présenté par M. Faye.)

*Annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles*; par F. FOLIE. 1890, 57<sup>e</sup> année. Bruxelles, F. Hayez, 1890; 1 vol. in-16.

*Application définitive des principes du Système métrique décimal aux questions concernant la mesure des angles; — la mesure du temps et le calendrier, etc.*; par L. BAILLY. Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1889; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

*Exposition internationale de 1889. — Travaux de la station agronomique de l'École d'Agriculture de Grignon*; par M. P.-P. DEHÉRAIN. Paris, G. Masson, 1889; br. gr. in-8°.

*Les végétaux utiles de l'Afrique tropicale. — III. Le Maloukang ou Ankalaki de la côte occidentale d'Afrique* (*Polygala butyracea E. Heckel*); br. gr. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société de Géographie de Marseille*.)

*Traité d'Anatomie comparée pratique*; par CARL VOGT et ÉMILE YUNG. 16<sup>e</sup> livraison. Paris, C. Reinwald; br. gr. in-8°. (Présenté par M. de Quatrefages.)



*Expériences sur la régénération des os*; par MICHEL TROJA. Traduction d'après le texte latin par A. VÉDRÈNES. Paris, Félix Alcan, 1890; 1 vol. in-12. (Présenté par M. le baron Larrey.)

*The diurnal variation of terrestrial magnetism*, by ARTHUR SCHUSTER (*Philosophical Transactions of the royal Society of London*). 1889; br. in-4°.

*On the total solar eclipse of august 29, 1886*, by L. DARWIN, ARTHUR SCHUSTER and WALTER MAUNDER (*Philosophical Transactions of the royal Society of London*). 1889; br. in-4°.

*Records of the geological Survey of India*. Vol. XXII, part 4. 1889; 1 vol. gr. in-8°.

*The Journal of the College of Science, Imperial University, Japan*. Vol. III., part III. Published by the University, Tokyo, Japan, 1889; br. in-4°.

*Bericht über die Senckenbergische naturforschende Gesellschaft in Frankfurt am Main*. 1889. Frankfurt A. M., Druck von Gebrüder Knauer, 1889; 1 vol. gr. in-8°. (Deux exemplaires.)

*Acta Societatis Scientiarum Fennicæ*. — Tomus XVI. Helsingforsia, MDCCCLXXXVIII; 1 vol. in-4°.

*Öfversigt af finska vetenskaps-Societetens Förhandlingar*. XXX, 1887-1888. Helsingfors, 1888; 1 vol. in-8°.

*Memoirs and Proceedings of the Manchester literary and philosophical Society*. Second volume. Manchester, 1889; 1 vol. in-8°.

*Jahrbücher der K. K. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus*. Officielle Publication. Jahrgang 1887, neue Folge. XXIV. Band. Der ganzen Reihe XXXII. Band. Wien, WILHELM BRAUMUELLER, 1888; 1 vol. in-4°.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES.

*Revue d'Orthopédie*. — *L'art dentaire*. — *Annales médico-psychologiques*. — *Bulletin de la Société zoologique de France*. — *Annales des conducteurs des Ponts et Chaussées et des gardes-mines*. — *Bulletin de l'Académie des Sciences de Cracovie*. — *Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino*. — *Boletin mensual de estadística municipal de la ciudad de Buenos Aires*.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 3 FÉVRIER 1890.

*Leçons sur l'Électricité faites à la Sorbonne en 1888-1889*; par H. PELLAT. Paris, Georges Carré, 1890; 1 vol. gr. in-8°.

*Journal de Physique, Chimie et Histoire naturelle élémentaires*, publié sous

la direction de M. ABEL BUGUET. Tomes I, II, III et IV. Paris, Ch. Delagrave, 1886-1889; 4 vol. in-8°. (Présenté par M. Picard.)

*Carte hypsométrique de la Russie d'Europe; par le général ALEXIS DE TILLO; 1889. (Présentée par M. Daubrée.)*

*Carte de Madagascar; par E. LAILLET et L. SUBERBIE. Paris, Chalamel et C<sup>ie</sup>; 1889. — Essai sur la cartographie de Madagascar; par M. DE BASSILAN. Paris, Augustin Chalamel, 1890; br. in-8°. (Renvoi au concours du prix Delalande-Guérineau.)*

*Atlas orogéologique du Doubs; par GEORGES BOYER. Paris, Berthaud frères, 1888; in-4°.*

*Association française pour l'avancement des Sciences. — Conférences de Paris. — Compte rendu de la 18<sup>e</sup> session. — Première Partie. Documents officiels. — Procès-verbaux. Paris, G. Masson, 1889; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Cornu.)*

*Mémorial de l'Artillerie de la Marine. Texte et Planches. Tome XVII. Troisième et dernière livraison de 1889. Paris, L. Baudoin et C<sup>ie</sup>, 1889; 1 vol. in-8°.*

*Aide-Mémoire d'Artillerie navale. Texte et Planches. Paris, L. Baudoin et C<sup>ie</sup>. 1889; br. in-8° et un Atlas in-f°.*

*Les Anglais et les Hollandais dans les mers polaires et dans la mer des Indes; par le vice-amiral JURIEU DE LA GRAVIÈRE. Paris, E. Plon, Nourrit et C<sup>ie</sup>, 1890; 2 vol. in-18. (Présenté par M. Bertrand.)*

*Traité des maladies du testicule et de ses annexes; par CH. MONOD et O. TERRILLON. Paris, G. Masson, 1889; 1 vol. gr. in-8°. (Deux exemplaires.) (Renvoyé au concours du prix Godard.)*

*Mémoires et Bulletins de la Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux. 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> fasc., 1889. Paris, G. Masson. Bordeaux, Feret et Fils, 1889; 1 vol. gr. in-8°.*



# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

### DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

SÉANCE DU LUNDI 10 FÉVRIER 1890,

PRÉSIDENTE DE M. HERMITE.

---

#### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOMÉTRIE. — *Note sur un Mémoire de Descartes longtemps inédit, et sur les titres de son auteur à la priorité d'une découverte dans la théorie des polyèdres; par M. DE JONQUIÈRES.*

« La Communication que j'ai l'honneur de faire à l'Académie a pour objet de lui signaler quelques passages d'un Mémoire de Descartes, longtemps inédit et encore peu connu, duquel il résulte que son auteur a des titres à la priorité pour un théorème qui a de l'importance dans la théorie des polyèdres et la *Géométrie de situation* (1), ou tout au moins a le droit d'y associer son nom à celui d'Euler.

---

(1) Voir la Communication de M. Perrin, faite dans la séance de ce jour (p. 273).

Euler, lorsqu'il donnait, en 1752-1753, ses *Elementa doctrinae solidorum*, ne se doutait pas que Descartes, plus d'un siècle auparavant, avait laissé, sous le titre *De solidorum elementis*, des notes pour la rédaction d'un Mémoire sur le même sujet, où l'on trouve, parmi d'autres propositions, deux théorèmes desquels découle intuitivement la relation, si remarquable, entre les nombres  $F$  des faces,  $S$  des sommets et  $A$  des arêtes d'un polyèdre (<sup>1</sup>). Cet écrit de Descartes n'a pu être connu d'Euler; car, ignoré pendant plus de deux siècles, il n'a vu le jour qu'en 1860, publié par M. Foucher de Careil (<sup>2</sup>) qui l'avait découvert à Hanovre, peu d'années auparavant, avec d'autres écrits du même auteur, parmi les *Écrits mathématiques* de Leibnitz, pareillement inédits, « sous la poussière séculaire qui les recouvrait ».

» Il faut lire dans la Préface de l'Ouvrage de M. Foucher de Careil l'intéressant récit de cette découverte. On y trouve des preuves directes de l'authenticité des *Œuvres inédites* de Descartes qu'il y publie, corroborées par la déclaration formelle de Leibnitz, à qui Clerselier, l'éditeur de Descartes et le légataire de ses manuscrits, les avait communiqués, durant son séjour à Paris (de 1672 à 1676), et qui les avait copiés dans le but

(<sup>1</sup>) A un point de vue plus général, l'importance de cette relation s'est considérablement accrue depuis qu'elle s'est présentée, il y a peu d'années, à notre éminent Confrère M. Poincaré, dans ses profondes recherches sur la construction (ou, selon sa propre expression, sur la partie *qualitative*) des courbes définies par des équations différentielles du premier ordre (voir *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 3<sup>e</sup> série, t. VII et t. VIII, et 4<sup>e</sup> série, t. I et II, années 1881, 1882, 1885 et 1886, en particulier le t. I, 4<sup>e</sup> série, p. 206, 207 et suiv.). Ce rapprochement très inattendu justifie une fois de plus ce que Fourier a dit, dans sa *Théorie de la chaleur*, que « toutes les parties des Mathématiques ont d'intimes correspondances qui témoignent » de l'unité de la Science (<sup>3</sup>). Mais, doit-on ajouter avec M. Hermite, « cette unité » ne se trouve qu'à de grandes profondeurs, et c'est le génie seul qui la fait apparaître » parfois ».

(<sup>2</sup>) *Œuvres inédites de Descartes, précédées d'une Introduction sur la Méthode*, par M. le comte Foucher de Careil. 2 vol. in-8; Paris, Ladrangé, libraire, 1860. Le Mémoire sur les solides se trouve à la page 214 du tome II. C'est à M. Camille Jordan que je dois d'en avoir connu l'existence. Il ne semble pas avoir attiré sérieusement l'attention des géomètres.

(<sup>3</sup>) « L'Analyse mathématique, dit aussi Fourier, a donc des rapports nécessaires avec les phénomènes sensibles: son objet n'est point créé par l'intelligence de l'homme: il est un élément pré-existant de l'ordre universel et n'a rien de contingent et de fortuit; il est empreint dans toute la nature. » (*Théorie de la chaleur*, Introduction, § 20. Édition revue par M. Darboux, 1888, p. 14.)

avoué d'éditer lui-même ces *Posthumes* de Descartes. Dans une de ses Lettres à Bernoulli, il dit :

» On a promis autrefois, en Hollande, une édition de quelques-unes des œuvres posthumes de Descartes. Je ne sais si elles ont paru. J'ai, moi aussi, quelques posthumes de Descartes. De ce nombre sont les *Règles pour la recherche de la vérité*... Si l'édition promise n'a pas paru, je pourrais m'adresser à un libraire-éditeur et y joindre quelques œuvres inédites de Galilée, de Valerianus Magnus et de Pascal, ainsi que mes notes, que vous avez vues, sur la partie générale des *Principes* de Descartes et autres choses du même genre (Lettre CLXII, datée du 2 octobre 1703, écrite en latin) <sup>(1)</sup>.

» Le Mémoire *De solidorum elementis* faisait partie de ces copies de Leibnitz; il ne porte d'ailleurs aucune annotation. Leibnitz n'ayant pas réalisé ses intentions de publication, M. Foucher de Careil, suivant le plan de l'édition projetée, a fait ce qu'il s'était proposé de faire en 1703.

» Sans insister davantage sur ces détails historiques, et me bornant à admettre comme acquises les conclusions de M. Foucher de Careil dans la Préface de son Livre, je passe au Mémoire *De solidorum elementis*, le plus important de tous parmi les écrits mathématiques que contient le Recueil des *Œuvres inédites*. Les quelques lacunes et fautes de copie qu'on y rencontre s'expliquent par le fait, bien constaté, que la cassette dans laquelle Chanut, notre ambassadeur à Stockholm, exécuteur testamentaire de Descartes, renvoya à Paris les manuscrits de son illustre ami tomba dans la Seine lors du débarquement du bateau, resta trois jours sous l'eau, et que, malgré les soins pris pour les faire sécher, les papiers qu'elle contenait furent plus ou moins détériorés. Au surplus, aucune de ces lacunes ne se présente dans les passages très courts dont j'aurai à me servir pour le but que je me propose.

» Descartes débute par quelques considérations et propositions sur lesquelles je compte revenir, ainsi que sur d'autres passages curieux du Mémoire; mais aujourd'hui je veux aller droit à mon objet, et je citerai, sans autre préambule, ce théorème dont l'énoncé occupe les cinq dernières lignes de la première page (p. 214 du t. II).

» Si quatuor anguli plani recti ducantur per numerum angulorum solidorum, et ex

---

<sup>(1)</sup> Voir la *Correspondance de Leibnitz avec Bernoulli* dans la collection : *Leibnizens mathematische Schriften*, herausgegeben von G.-I. Gerhardt. Halle, 1856. Band III. page 726.

producto tollantur octo anguli recti plani. remanet aggregatum ex omnibus angulis planis qui in superficiebus corporis solidi existunt.

» Cette proposition est, à peu près dans les mêmes termes, celle que donnent MM. Rouché et de Comberousse au § 696 de leur excellent *Traité de Géométrie* (II<sup>e</sup> Partie, p. 109), sous cet énoncé :

» L'angle droit étant pris pour unité, la somme des angles de toutes les faces d'un polyèdre convexe est égale à quatre fois le nombre des sommets diminué de 2.

» Désignons cette somme par  $\Sigma$ ; le théorème se traduit par la relation

$$(a) \quad \Sigma = 4(S - 2), \quad \dots (1).$$

» Plus loin (p. 216, 2<sup>e</sup> alinéa), Descartes donne le problème suivant, avec la solution :

» Dato aggregato ex omnibus angulis planis qui in superficie alicujus corporis solidi existunt, invenire quot in eodem corpore solidi anguli existunt. Addantur 8 numero dato et productum dividatur per 4, residuum erit numerus quantus: ubi si fractio occurrat, certum est nullum tale corpus esse posse.

» Ce problème est l'inverse ou la réciproque de la proposition précédente. Il fournit à Descartes le sujet de quelques développements que je n'examinerai point pour le moment.

» Puis il vient cet autre problème, dont la solution constitue le second théorème qui nous sera nécessaire :

» Dato aggregato ex omnibus angulis planis et numero facierum, numerum angulorum planorum invenire. Ducatur numerus facierum per 4, et productum addatur aggregato ex omnibus angulis planis, et totius media pars erit numerus angulorum

(<sup>1</sup>) Une Note intéressante de M. Lalanne, imprimée sous le titre *Relations entre les quantités angulaires des polyèdres convexes* (extrait d'une Lettre à M. Chasles, du 6 mars 1872), que notre savant Confrère a bien voulu me communiquer au début de la séance de ce jour, fait connaître que Prouhet, l'érudit rédacteur des *Nouvelles Annales de Mathématiques*, avait, peu après la publication de l'Ouvrage de M. Fouquier de Careil, attiré l'attention de l'Académie sur une proposition énoncée par Descartes (ligne 5 de son Mémoire et suiv.), dont j'aurai à parler prochainement; et, après en avoir conclu, comme Descartes le fait quelques lignes plus loin, la relation (a) ci-dessus, il donne une formule de lui de laquelle il déduit le théorème d'Euler  $S + F = A + 2$  (*Comptes rendus*, t. L, p. 779; 1860). Je montrerai dans un instant que cette dernière déduction résulte intuitivement des formules mêmes de Descartes, sans aucun secours étranger.

planorum, . . . , sunt semper duplo plures anguli plani in superficie corporis solidi quam latera ; unum enim latus semper commune est duabus faciebus.

» Désignant, par B le nombre des angles plans du polyèdre, nombre qui est égal à 2A d'après la dernière proposition, le théorème précédent fournit cette seconde relation

$$(b) \quad \frac{\Sigma - 4F}{2} = B = 2A \quad \text{ou} \quad \Sigma = 4(A + F), \quad \dots,$$

qui, rapprochée de la première (a), donne immédiatement, *sans transformation ni calculs*,

$$S + F = A + 2;$$

c'est la relation d'Euler.

» Descartes, qui, selon son habitude, descend rarement dans les détails, ne fait pas ressortir explicitement cette relation, du moins dans ce qui nous a été conservé du Mémoire, mais il ne manque pas de la *mettre en évidence* dans tous les exemples numériques, au nombre de six, dont il se sert (p. 220 et 222) pour éclaircir, en même temps que celle-ci, d'autres conséquences de sa théorie. On ne saurait donc nier qu'il la connût, puisqu'elle est une déduction si directe et si simple, disons si intuitive, des deux théorèmes qu'il vient d'énoncer (1).

» Remarquons d'ailleurs que, d'après les prémisses de Descartes (analogues, quant à leur esprit et à leur portée, au raisonnement de Legendre dans sa démonstration classique), la relation ne s'applique qu'aux polyèdres convexes, les seuls dont il s'occupe sous le nom de *solides*.

» En résumé, Descartes a connu et appliqué la formule  $F + S = A + 2$ ,

(1) Prouhet (*loc. cit.*, p. 781) remarque pareillement que Descartes n'a point énoncé explicitement le théorème d'Euler, et il croit que ce dernier ne résulte de la relation (a), comme il le fait voir, que par l'intermédiaire d'une série de formules qu'il donne et à l'aide de plusieurs transformations; il croit donc devoir conclure en ces termes : « Mais les règles fort exactes qu'il (Descartes) donne pour déterminer le nombre des éléments de certains solides montrent qu'il avait poussé très loin les conséquences de l'égalité (a). » S'il avait lu la suite du Mémoire de Descartes avec la même attention que les premières lignes, Prouhet y aurait trouvé, deux pages seulement plus loin, la relation (b), qui est générale et ne s'applique pas seulement à « certains solides », et aussi les exemples numériques (p. 220 et 222) qui mettent en relief la relation  $S + F = A + 2$ , et il n'eût pas manqué de conclure comme je le fais, puisqu'il suffit d'écrire les deux relations à la suite l'une de l'autre, ce qui donne, après avoir divisé les deux membres par 4, la relation d'Euler  $S - 2 = A - F$ .

et fourni les éléments de la démonstration. On doit donc, sans amoindrir le mérite d'Euler, qui l'a trouvée plus tard indépendamment, ajouter ce nouveau fleuron à la couronne de notre grand compatriote. »

### CORRESPONDANCE.

M. le **SECRETARE PERPETUEL** informe l'Académie de la perte que la Science vient de faire dans la personne de M. *C.-H.-D. Buys-Ballot*, décédé à Utrecht, le 3 février 1890.

M. **J. ROCHARD** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre, actuellement vacante.

ASTRONOMIE. — *Procédé physique pour la mesure de l'inclinaison du fil de déclinaison des cercles méridiens.* Note de M. **M. HAMY**, présentée par M. Mouchez.

« L'inclinaison du fil de déclinaison des instruments méridiens s'évalue, d'ordinaire, à une demi-minute près, au moyen de mesures purement astronomiques. Ce degré de précision suffit, en général; cependant, la connaissance du dixième de minute est indispensable dans certains cas. J'ai imaginé un procédé physique susceptible de donner la valeur de cet important élément à quelques secondes d'arc près. »

» L'appareil se compose d'une tige, percée à ses extrémités de deux petites ouvertures à parois minces, que l'on installe dans la direction est-ouest au foyer du collimateur de la mire. Cette tige est invariablement liée à un pendule massif, pouvant osciller autour de deux pointes dont les extrémités reposent sur deux petits plans d'acier placés dans le méridien. Le pendule est lesté au moyen d'un cylindre de cuivre, qui plonge dans l'huile, de façon à éteindre rapidement l'amplitude des mouvements de l'appareil.

» Les images des petites ouvertures, que l'on éclaire convenablement, viennent se former dans le plan des fils du micromètre de la lunette.

» Les mesures à faire pour obtenir l'inclinaison sont les suivantes :

» 1<sup>o</sup> L'appareil étant en équilibre, on détermine la différence de hauteur  $h$ , des images avec le fil à étudier :



» 2° On retourne l'appareil de 180°, à l'aide d'une disposition spéciale, et l'on détermine de nouveau la différence de hauteur  $h_2$  des images;

» 3° On mesure la distance angulaire  $\delta$  des images avec la vis d'ascension droite.

» La valeur de l'inclinaison se tire de la formule

$$\text{tang}(i + \beta) = \frac{h_1 + h_2}{2\delta},$$

où  $\beta$  désigne l'inclinaison connue de l'axe de rotation de la lunette.

» La description complète et la théorie de l'appareil seront exposées prochainement dans le *Bulletin astronomique*. Je me bornerai, dans cette courte Note, à soumettre à l'Académie les résultats de dix déterminations successives effectuées au cercle méridien du jardin de l'observatoire de Paris. Voici les inclinaisons obtenues en collaboration avec M. Boquet :

|                   |                  |
|-------------------|------------------|
| $i = -$           | 2.6              |
|                   | 2.2              |
|                   | 2.7              |
|                   | 2.9              |
|                   | 2.4              |
|                   | 2.0              |
|                   | 2.1              |
|                   | 2.3              |
|                   | 2.6              |
| $i = +$           | 2.2              |
| Moyenne . . . . . | $\frac{2.4}{10}$ |

» Ces valeurs s'accordent très bien avec la moyenne d'un grand nombre de déterminations astronomiques. »

**ANALYSE MATHÉMATIQUE. — Sur la fonction exponentielle; par M. STIELTJES.**  
(Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Après quelques tentatives, voici la démonstration à laquelle je me suis arrêté pour prouver l'impossibilité d'une relation de la forme

$$(1) \quad N + e^a N_1 + e^b N_2 + \dots + e^h N_n = 0,$$

$a, b, \dots, h$  étant des nombres entiers, ainsi que les coefficients  $N, N_1, N_2, \dots, N_n$ .

Soit

$$F(z) = z^\mu(z-a)^{\mu-k_1}(z-b)^{\mu-k_2}\dots(z-h)^{\mu-k_n}$$

un polynôme de degré

$$M = (n+1)\mu - k_1 - k_2 - \dots - k_n$$

à coefficients entiers;  $\mu$  est l'entier auquel on donnera plus tard une valeur suffisamment grande;  $k_1, k_2, \dots, k_n$  sont des entiers fixes: on a, du reste,  $k_p = 0$  ou  $= 1$ . J'indiquerai plus loin leurs valeurs qui dépendent uniquement de  $a, b, \dots, h; N_1, \dots, N_n$ .

Je n'ai maintenant qu'à reproduire, avec de très légères modifications, vos formules

$$\begin{aligned} \hat{f}(z) &= \frac{F(z)}{x} + \frac{F'(z)}{x^2} + \dots + \frac{F^{(M)}(z)}{x^{M+1}}; \\ \int_0^a e^{-xz} F(z) dz &= \hat{f}(0) - e^{-ax} \hat{f}(a), \\ \int_0^b e^{-xz} F(z) dz &= \hat{f}(0) - e^{-bx} \hat{f}(b), \\ &\dots\dots\dots; \\ \hat{f}(0) &= \frac{F^{(M)}(0)}{x^{M+1}} + \dots + \frac{F^{(M)}(0)}{x^{M+1}} = 1.2.3\dots\mu \frac{\Pi(x)}{x^{M+1}}, \\ \hat{f}(a) &= \frac{F^{(\mu+k_1)}(a)}{x^{\mu+k_1+1}} + \dots + \frac{F^{(M)}(a)}{x^{M+1}} = 1.2.3\dots\mu \frac{\Pi_1(x)}{x^{M+1}}, \\ &\dots\dots\dots \end{aligned}$$

$\Pi(x), \Pi_1(x), \dots$  étant des polynômes à coefficients entiers. On en conclut

$$\begin{aligned} \int_0^a e^{-xz} F(z) dz &= \frac{1.2\dots\mu}{x^{M+1}} [\Pi(x) - e^{-ax} \Pi_1(x)], \\ \int_0^b e^{-xz} F(z) dz &= \frac{1.2\dots\mu}{x^{M+1}} [\Pi(x) - e^{-bx} \Pi_2(x)], \\ &\dots\dots\dots \end{aligned}$$

et, posant  $x = 1, \Pi(1) = P, \Pi_1(1) = P_1, \dots$

$$(2) \quad \left\{ \begin{aligned} \varepsilon_1 &= \frac{e^a}{1.2\dots\mu} \int_0^a e^{-z} F(z) dz = e^a P - P_1, \\ \varepsilon_2 &= \frac{e^b}{1.2\dots\mu} \int_0^b e^{-z} F(z) dz = e^b P - P_2, \\ &\dots\dots\dots \\ \varepsilon_n &= \frac{e^h}{1.2\dots\mu} \int_0^h e^{-z} F(z) dz = e^h P - P_n. \end{aligned} \right.$$

» Les quantités  $\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_n$  tendent vers zéro pour  $\mu = \infty$ , et, la relation (1) donnant

$$N_1 \varepsilon_1 + N_2 \varepsilon_2 + \dots + N_n \varepsilon_n = - (NP + N_1 P_1 + \dots + N_n P_n) \neq \text{entier},$$

on doit avoir, dès que  $\mu$  surpasse une certaine limite,

$$N_1 \varepsilon_1 + N_2 \varepsilon_2 + \dots + N_n \varepsilon_n = 0;$$

c'est-à-dire, si l'on introduit les valeurs (2),

$$N_1 e^a \int_0^a e^{-z} F(z) dz + N_2 e^b \int_0^b e^{-z} F(z) dz + \dots + N_n e^h \int_0^h e^{-z} F(z) dz = 0$$

ou bien

$$(3) \quad \int_0^h \Phi(z) e^{-z} F(z) dz = 0,$$

la fonction  $\Phi(z)$  étant déterminée ainsi

|             |  |              |
|-------------|--|--------------|
| $\Phi(z) =$ | $N_1 e^a + N_2 e^b + N_3 e^c + \dots + N_n e^h,$ | $0 < z < a;$ |
| $\Phi(z) =$ | $N_2 e^b + N_3 e^c + \dots + N_n e^h,$           | $a < z < b;$ |
| $\Phi(z) =$ | $N_3 e^c + \dots + N_n e^h,$                     | $b < z < c;$ |
| $\dots$     | $\dots$  | $\dots$      |
| $\Phi(z) =$ | $N_n e^h,$                                       | $g < z < h.$ |

» Cette fonction  $\Phi(z)$ , constante par intervalles, n'est pas identiquement nulle, puisqu'elle ne l'est pas dans le premier et dans le dernier des intervalles. Du reste, elle ne s'annule même pas dans aucun des intervalles, puisqu'on peut supposer irréductible l'équation à laquelle satisfait le nombre  $e$ .

»  $\Phi(z)$  ne peut changer de signe que pour

$$z = a, \quad z = b, \quad \dots, \quad z = g.$$

» Voici maintenant la détermination de  $k_1, k_2, \dots, k_n$ .

» Je prends

$$k_1 = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases} \text{ selon que } \Phi(z) \begin{cases} \text{change} \\ \text{ne change pas} \end{cases} \text{ de signe pour } z = a,$$

$$k_2 = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases} \text{ selon que } \Phi(z) \begin{cases} \text{change} \\ \text{ne change pas} \end{cases} \text{ de signe pour } z = b,$$

$$\dots$$

$$k_{n-1} = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases} \text{ selon que } \Phi(z) \begin{cases} \text{change} \\ \text{ne change pas} \end{cases} \text{ de signe pour } z = g,$$

$$k_n = 0.$$

» Je dis alors que l'équation (3) est impossible dès qu'on prend pour  $\mu$  un nombre *pair*. En effet, il est clair que, dans l'intégrale

$$\int_0^h \Phi(z) e^{-z} [z(z-a)\dots(z-h)]^\mu (z-a)^k (z-b)^k \dots (z-g)^k \dots dz,$$

la fonction sous le signe  $\int$  a un signe constant dans tout l'intervalle  $(0, h)$ . »

GÉOMÉTRIE CINÉMATIQUE. — *Sur un mode de transformation en Géométrie cinématique.* Note de M. A. MANNHEIM.

« Dans ma précédente Communication, j'ai montré comment on peut transformer les propriétés relatives aux déplacements d'une droite dont les points décrivent des surfaces trajectoires. Je vais maintenant parler du cas où les points de la droite mobile décrivent seulement des lignes trajectoires.

» La marche à suivre est toujours la même. On remplace d'abord la droite mobile par une *file de sphères*, puis on suppose que la droite des centres de ces sphères est rejetée à l'infini, afin de transformer ces surfaces en plans.

» Dans le cas actuel, chacune des sphères mobiles a une enveloppe qui est une *surface-canal*. La caractéristique de cette enveloppe est le grand cercle d'intersection de la sphère mobile et du plan mené du centre de cette surface normalement à la trajectoire de ce point.

» Cette caractéristique, prise dans ses différentes positions, forme un premier système de lignes de courbure de la surface-canal. Le deuxième système de lignes de courbure est formé par l'ensemble des trajectoires orthogonales des caractéristiques.

» Pour un point d'une caractéristique, l'un des centres de courbure principaux de la surface-canal est le centre de courbure de cette caractéristique.

» L'autre centre de courbure principal est sur la droite d'intersection du plan de cette caractéristique et du plan de la caractéristique infiniment voisine de celle-ci.

» Cette droite d'intersection des plans de deux caractéristiques infiniment voisines, qui est un lieu de centres de courbure principaux de la surface-canal, je la désignerai sous le nom d'*axe de courbure* de cette surface.

» Cet axe de courbure est une génératrice de la surface développable enveloppe des plans des caractéristiques. Il touche l'arête de rebroussement de cette surface en un point qui est le centre de la sphère osculatrice des lignes de courbure du deuxième système de la surface-canal pour les points de rencontre de ces lignes et de la caractéristique dont le plan contient cet axe de courbure.

» Après ces préliminaires, je passe à quelques transformations.

» Prenons comme exemple ce théorème bien connu :

» THÉORÈME I. — *Les plans normaux aux trajectoires des points d'une droite se coupent suivant une droite.*

» Remplaçant la droite mobile par une file de sphères, on obtient :

» THÉORÈME I'. — *Les plans des caractéristiques, suivant lesquelles les sphères d'une file de sphères mobiles touchent les surfaces-canaux qui sont leurs enveloppes, passent par une même droite.*

» Rejetant à l'infini la droite des centres des sphères mobiles, ces surfaces deviennent des plans parallèles à une droite, auxquels on peut appliquer le théorème précédent.

» On peut prendre simplement un faisceau de plans de grandeur invariable, et dire :

» THÉORÈME I". — *Les plans normaux aux plans d'un faisceau mobile de grandeur invariable, menés, pour une position du faisceau, respectivement par les caractéristiques de ces plans, se coupent suivant une droite.*

» Comme on le voit, ce théorème résulte de la transformation du théorème I.

» Prenons maintenant un autre exemple, dans lequel j'emploierai l'axe de courbure d'une surface-canal pour effectuer notre transformation.

» THÉORÈME II. — *Les axes de courbure des trajectoires des points d'une droite mobile appartiennent à un hyperboloïde (1).*

» Remplaçant la droite mobile par une file de sphères, il vient :

» THÉORÈME II'. — *Les axes de courbure des surfaces-canaux, enveloppes des sphères d'une file de sphères mobiles, appartiennent à un hyperboloïde.*

---

(1) Ce théorème et le théorème III sont dus à M. Haag.

» On déduit de là, comme précédemment :

» THÉORÈME II'. — *Les axes de courbure des surfaces développables, enveloppes des plans d'un faisceau mobile de grandeur invariable, appartiennent à un hyperboloïde, théorème qui est le transformé du théorème II.*

» Ce que j'ai dit dans les préliminaires relativement aux sphères osculatrices des lignes de courbure d'une surface-canal va me permettre de transformer le théorème suivant :

» THÉORÈME III. — *Les centres des sphères osculatrices des trajectoires des points d'une droite mobile sont sur une cubique gauche.*

» Introduisant une file de sphères, on est conduit à ce théorème :

» THÉORÈME III'. — *Les centres des sphères osculatrices des lignes de courbure des surfaces-canaux, enveloppes des sphères d'une file de sphères mobiles, correspondant aux points où ces lignes rencontrent les caractéristiques des surfaces-canaux, sont sur une cubique gauche.*

» Comme précédemment, ce second théorème en donne un troisième :

» THÉORÈME III". — *Les centres des sphères osculatrices des lignes de courbure des surfaces développables, enveloppes des plans d'un faisceau mobile de grandeur invariable, correspondant aux points où ces plans rencontrent les caractéristiques de ces développables, sont sur une cubique gauche.*

» Ces théorèmes généraux, auxquels conduit, comme on vient de le voir, notre mode de transformation, donnent lieu aussi à des résultats dignes d'être signalés lorsqu'on particularise les conditions de déplacement de la figure mobile. Ainsi, par exemple, on sait que : *Si une figure de forme invariable se déplace de façon que tous ses plans passent par des points fixes, ces plans enveloppent des cônes de révolution.* Il suffit d'appliquer les théorèmes I" et II" pour arriver directement à ce complément de la propriété précédente :

» *Les axes de tous ces cônes de révolution sont parallèles, propriété qui en entraîne d'autres comme j'aurai l'occasion de le faire voir.*

» Dans cette Note et la précédente, on voit bien, je crois, qu'il était intéressant de trouver un mode de transformation applicable en Géométrie cinématique. Je reviendrai encore sur son emploi pour des questions de Géométrie cinématique aussi, mais d'une autre nature. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur une généralisation du théorème d'Euler relatif aux polyèdres.* Note de M. R. PERRIN.

« Dans deux Notes récentes <sup>(1)</sup>, M. de Jonquières a appelé l'attention sur le degré de généralité qu'il convient d'attribuer à la relation célèbre trouvée par Euler entre les nombres de faces, de sommets et d'arêtes d'un polyèdre,

$$F + S = A + 2,$$

et sur les cas d'exception signalés par divers géomètres. Je demande à l'Académie la permission de rappeler à ce sujet que, dans un travail publié en 1882 <sup>(2)</sup>, j'ai établi l'existence d'une relation entre le nombre  $\rho$  des régions que découpe sur une aire ou surface quelconque simplement connexe un système arbitraire de  $s$  lignes, droites ou courbes, joignant entre eux ou à des points quelconques du contour  $n$  points ou sommets pris à volonté; si  $d$  est le nombre des points de croisement de ces lignes autres que les  $n$  sommets, et  $g$  le nombre des groupes de lignes et sommets isolés les uns des autres en même temps que du contour, cette relation est simplement

$$\rho = 1 + s + d + g - n.$$

» J'ai indiqué ensuite, comme extension aux aires ou surfaces d'indice  $I$  <sup>(3)</sup>, la relation

$$\Sigma i = I + s + d - n,$$

<sup>(1)</sup> *Comptes rendus*, séances des 20 et 27 janvier 1890.

<sup>(2)</sup> *Sur le problème des aspects* (*Bulletin de la Société mathématique de France*, t. X).

<sup>(3)</sup> J'appelle *indice de connexion*, ou simplement *indice* d'une aire ou d'une surface fermée, l'excès (positif, nul ou négatif) du nombre  $n$  des parties, toutes simplement connexes, en lesquelles on peut diviser l'aire ou la surface par un système arbitraire de sections, tant rentrantes que transverses, sur le nombre  $\nu$  des sections transverses de ce système. Cet excès  $l = n - \nu$  est en effet indépendant de la disposition des sections, et dépend uniquement de la nature de la surface. (Voir, par exemple, HOUËL, *Théorie des quantités complexes*, 3<sup>e</sup> Partie, Ch. III.) La valeur de l'indice est 1 pour une aire à un seul contour, 2 pour une sphère, 0 pour un tore, etc.; et en général  $2 - \sigma$  ou  $3 - \sigma$ , suivant qu'il s'agit d'une aire ou d'une surface fermée,  $\sigma$  étant l'ordre de connexion, tel qu'on le définit dans la théorie des surfaces (ou de la sphère multiple) de Riemann.

où  $\Sigma i$  est la somme des indices des diverses régions  $s$ ,  $d$  et  $n$  conservant la même signification que ci-dessus. Enfin, j'ai fait remarquer incidemment que cette formule, appliquée à un polyèdre dont toutes les faces sont simplement connexes et ont, par suite, pour indice l'unité, devient

$$F + S = A + I,$$

ce qui se réduit à la relation d'Euler lorsque, en outre,  $l = 2$ , c'est-à-dire lorsque le polyèdre est sphéroïdal (ou eulérien, suivant l'expression de M. Jordan).

» Ainsi, il suffit d'introduire la notion de l'indice de connexion pour faire apparaître de la manière la plus nette la véritable nature de la relation d'Euler : cette relation n'est autre chose que ce que devient, pour le cas particulier où  $i_1 = i_2 = i_3 = \dots = 1$ , avec  $\Sigma I = 2$ , la relation tout à fait générale

$$\Sigma i + S = A + \Sigma I,$$

qui s'applique à tout solide limité dans son ensemble par des surfaces fermées distinctes respectivement d'indices  $I_1, I_2, \dots$ , lesquelles sont elles-mêmes découpées en faces (planes ou courbes) d'indices  $i_1, i_2, \dots$ , par un système quelconque de  $A$  lignes (droites ou courbes), reliant deux par deux  $S$  points disposés d'une manière quelconque.

» On ne doit d'ailleurs compter dans le nombre  $A$  que les arêtes non isolées, c'est-à-dire qui vont d'un sommet à un autre ou d'un sommet à ce même sommet ; et de même dans le nombre  $S$  que les sommets non isolés, c'est-à-dire où aboutit au moins une arête. De plus, si quelques-unes des surfaces fermées qui limitent le solide ne sont soudées entre elles que par des points ou des lignes, il faut considérer chacun de ces points ou de ces lignes comme constituant une ouverture ou une fente infiniment petite dans l'une seulement des deux surfaces, ce qui réduit en général d'une unité l'indice de cette surface et par suite  $\Sigma I$ .

» Imaginons, par exemple, que sur la face supérieure d'un cube percé d'un trou cylindrique horizontal soient soudés par leurs bases trois cônes droits égaux, dont les cercles de base se touchent deux à deux, mais ne touchent pas les arêtes du cube ; et que sur les trois sommets de ces cônes repose un second cube, creusé lui-même d'une cavité cubique. Un tel solide réunit les trois cas d'exception énumérés par M. de Jonquières. Il est limité par trois surfaces, dont les indices sont 0, -1 et 2 ; d'où  $\Sigma I = 1$ . Sur ses vingt-trois faces, quatre ont pour indice 0, et une -2, à cause



des trois trous infiniment petits dus aux sommets des trois cônes; donc  $\Sigma i = 16$ . Il y a trente sommets dont trois isolés qui ne comptent pas, d'où  $S = 27$ ; et quarante-quatre arêtes dont deux isolées, d'où  $A = 42$ ; et l'on a bien

$$\Sigma i + S = A + \Sigma I,$$

conformément à la relation générale. »

CHIMIE. — *Sur les corps qui présentent une tension de dissociation égale à la tension de vapeur de leur solution saturée.* Note de M. H. LESCŒUR, présentée par M. Troost.

« 1. M. Joannis (1) a cherché à caractériser les combinaisons formées par le potassium et le sodium avec l'ammoniaque, par l'observation des tensions de dissociation de ces composés.

» Quand on enlève graduellement l'ammoniaque à la solution que donne ce gaz avec les métaux alcalins, il se dépose à un certain moment un corps solide, et la tension devient constante. C'est la tension du liquide saturé de ce corps solide.

» A un degré plus avancé, il n'y a plus trace du liquide, il ne reste plus qu'un solide, dont la décomposition continue à se faire sous une tension constante, et cette tension est la même que celle du liquide saturé.

» 2. J'ai publié des expériences concernant les hydrates salins, qui conduisent à des résultats entièrement analogues à ceux qu'a observés M. Joannis.

» Il résulte même de mes recherches que, pour chaque hydrate, il existe une température à laquelle sa tension de dissociation se confond avec la tension de vapeur de la solution saturée. En effet,  $f$  tension de dissociation d'un hydrate donné, et  $F$  tension de vapeur de la solution saturée à la même température  $t$ , se comportent différemment. Quand  $t$  augmente,  $f$  croît rapidement.  $F$  croît beaucoup plus lentement.

» Le rapport  $\frac{f}{F}$ , plus petit que 1, tend vers l'unité à mesure que  $t$  s'élève, et il existe un degré de température où la valeur des deux tensions devient égale.

---

(1) A. JOANNIS, *Combinaisons du potassium et du sodium avec le gaz ammoniac* (*Comptes rendus*, t. CLX, p. 900).

« M. H.-W. Bakhuis-Roozeboom, dans une Note récente ( <sup>1</sup> ), montre l'analogie du fait observé par M. Joannis, avec les phénomènes connus de la dissociation des hydrates salins, et en particulier avec des expériences extraites de mon Mémoire. Les conclusions qu'il formule sont conformes aux résultats de mes observations personnelles.

« Mais l'interprétation qu'il donne de mes expériences et de celles de M. Joannis diffère de celle que nous avons donnée; nous avons cru rencontrer des composés ayant mêmes tensions de dissociation que leur solution saturée. Nos résultats tiennent, suivant lui, à ce que nous avons opéré dans le voisinage immédiat du point où se coupent les courbes qui figurent, en fonction de la température, la représentation de ces deux tensions.

« Suivant M. Bakhuis-Roozeboom, cette intersection a lieu à angle vif; or, d'après mes expériences, les deux courbes se raccordent tangentiellement.

« Le point commun n'est pas aussi nettement défini que le pense M. Bakhuis-Roozeboom, et les résultats de M. Joannis, comme les miens, conservent leur explication.

« La critique de M. Bakhuis-Roozeboom est d'ailleurs exclusivement théorique et n'atteint pas nos résultats, qui sont ceux de l'expérience dégagée de toute théorie.

« 3. En résumé, on connaît des composés qui, comme ceux de M. Joannis, possèdent une tension de dissociation égale à la tension de vapeur de leur solution saturée. La classe des hydrates salins en offre de nombreux exemples. Ce fait ne constitue nullement une anomalie. C'est, au contraire, une propriété qui appartient à tous les hydrates salins pendant une période plus ou moins courte de leur existence définie. »

CHIMIE MINÉRALE. - *Action du fluor sur les différentes variétés de carbone.*  
Note de M. HENRI MOISSAN, présentée par M. Berthelot.

« Dans des recherches publiées antérieurement, j'ai donné peu de détails sur l'action qu'exerce le fluor mis en présence du carbone ( <sup>2</sup> ). Je

---

( <sup>1</sup> ) H.-W. BAKHUIS-ROOZEBOOM, *Sur la combinaison des métaux alcalins avec l'ammoniaque* (*Comptes rendus*, t. CX, p. 134).

( <sup>2</sup> ) *Annales de Chimie et de Physique*, 6<sup>e</sup> série, t. XII, p. 472.

me réservais d'étudier plus complètement cette question qui m'avait, au début, donné d'importants résultats.

» On sait depuis longtemps qu'il est impossible d'unir le chlore au carbone par synthèse directe : même sous l'action d'un arc électrique puissant, Humphry Davy n'avait pu obtenir aucune combinaison. Le fluor, au contraire, peut s'unir au carbone directement, et je vais démontrer que cette réaction est une de celles qui différencie le plus nettement les nombreuses variétés de carbone.

» Si l'on place dans un courant assez abondant de fluor pur du noir de fumée sec et froid, non calciné, purifié des carbures qu'il peut contenir par le pétrole et par l'alcool bouillant, il y a incandescence instantanée. La combinaison se produit avec énergie, et toute la masse est portée au rouge.

» Le charbon de bois léger, placé dans les mêmes conditions, peut aussi prendre feu spontanément. Ce carbone semble d'abord condenser du fluor; puis, tout à coup, l'incandescence se produit avec projection de brillantes étincelles. Si la densité du charbon est plus grande et s'il n'y a pas de poussière à sa surface, il est nécessaire d'élever la température de 50° ou de 100°, pour que l'incandescence se produise. Une fois déterminée en un point, elle se propage avec rapidité.

» Le graphite ferrugineux de la fonte a besoin, pour s'unir au fluor, d'être porté à une température inférieure à celle du rouge sombre.

» Le graphite de Ceylan, purifié par la potasse fondue, ne prend feu qu'à une température un peu supérieure.

» Le charbon de cornue ne brûle que lorsqu'il est porté au rouge.

» Enfin le diamant, maintenu au rouge, dans la flamme d'un bec Bunsen, ne change pas de poids dans un courant de gaz fluor.

» Ces expériences établissent donc une démarcation bien nette entre les différents états de polymérisation du carbone.

» Si l'on cherche maintenant à étudier les corps obtenus dans cette combinaison du charbon avec le fluor, on reconnaît rapidement que les différentes variétés de carbone brûlées dans le fluor fournissent un corps gazeux. Suivant les conditions dans lesquelles on opère, les propriétés du gaz obtenu peuvent se modifier profondément. En réalité, on se trouve, le plus souvent, en présence d'un mélange de fluorures de carbone de compositions différentes.

» Si l'on fait passer du fluor sur un carbone facilement attaquant, sans que la température soit trop élevée, et si le carbone n'est pas en excès, il

se produit un mélange contenant surtout du tétrafluorure de carbone, gaz incolore se liquéfiant à  $10^{\circ}$ , sous une pression de  $5^{\text{atm}}$ , et ayant une densité voisine de la densité théorique. Le dosage du carbone dans ce gaz conduit à la formule  $C^2F^4$ , c'est-à-dire  $CF^2$  en théorie atomique. Cette analyse a été faite par la méthode qui m'a servi à doser le carbone dans le fluorure d'éthyle (1). Ce fluorure de carbone peut être facilement caractérisé. Sous l'action de la potasse aqueuse, son volume diminue de moitié environ, ce qui semble indiquer la formation d'un composé particulier. En présence de la potasse alcoolique, il est absorbé complètement, en produisant du fluorure de potassium et du carbonate de potasse. Il est facile de mettre l'acide carbonique en liberté et d'en mesurer le volume, qui est à peu près égal à celui du fluorure de carbone employé. Ce tétrafluorure ne se dédouble pas sous l'action de l'étincelle d'induction. Il est soluble dans le tétrachlorure de carbone, l'alcool, la benzine, et en petite quantité dans le sulfure de carbone.

» On peut encore préparer ce tétrafluorure en faisant passer vers  $300^{\circ}$  un courant de vapeurs de tétrachlorure de carbone sur du fluorure d'argent, placé dans un tube de verre ou mieux dans un tube de métal. Cette réaction est identique à celle qui m'a permis précédemment d'obtenir les éthers fluorés (2).

» Si maintenant l'on fait arriver un courant de fluor dans un tube de platine rempli de charbon en excès et maintenu au rouge, on peut recueillir sur l'eau un nouveau corps gazeux, à peu près insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, non absorbable par la potasse aqueuse et par la potasse alcoolique. Ce gaz renferme du fluor et du carbone, ainsi qu'on s'en est assuré par l'analyse qualitative. Ce corps gazeux se liquéfie à  $+10^{\circ}$  sous une pression voisine de  $19^{\text{atm}}$  à  $20^{\text{atm}}$ . Il est indécomposable par l'étincelle d'induction. Dans la préparation de ce dernier gaz, il se dépose toujours, à la surface des flacons dans lesquels on le recueille, un produit solide qui se forme en petite quantité.

» Les deux fluorures de carbone gazeux fournissent au spectroscope un spectre de lignes et de bandes très étendu, dans lequel les raies du fluor sont très nettes.

(1) *Sur quelques propriétés nouvelles et sur l'analyse du fluorure d'éthyle* (Comptes rendus, t. CVII, p. 992).

(2) HENRI MOISSAN, *Recherches sur les propriétés et la préparation du fluorure d'éthyle* (Annales de Chimie et de Physique, t. CVII, p. 260).

» J'ai montré le tétrafluorure de carbone et son spectre à la Société de Physique dans sa séance du 17 janvier 1890 : plusieurs de ses Membres l'ont examiné, et le *Compte rendu* imprimé de la Société en fait mention. Je poursuis l'étude de ces composés et j'aurai l'honneur de présenter bientôt à l'Académie une étude détaillée de chacun d'eux. »

M. BERTHELOT ajoute :

« Je demande à l'Académie la permission d'ajouter quelques renseignements au sujet de la Communication faite aujourd'hui par M. Moissan. La suite de ses recherches sur le fluor le conduisait tout naturellement à examiner l'action de ce corps simple sur le carbone, et ses premières recherches à cet égard remontent à plus d'une année : il m'en avait fait part à cette époque et depuis, ainsi qu'à plusieurs autres savants. Vers le même temps, M. Güntz, qui a publié sur l'acide fluorhydrique et sur les fluorures des travaux remarquables, me communiqua les premiers résultats qu'il avait obtenus en préparant le fluorure de carbone par double décomposition, au moyen des fluorures métalliques et du perchlorure de carbone. Je me trouvais ainsi avoir la confiance des deux expérimentateurs. Mais il me parut que M. Moissan était plus avancé dans ses recherches, et peut-être plus autorisé à les poursuivre. Je fis part de mes scrupules à M. Güntz, qui, avec une grande délicatesse, renonça à poursuivre une recherche que ses travaux antérieurs et publiés lui auraient donné quelque droit à continuer de son côté. J'ai cru devoir faire connaître ces faits à l'Académie, afin de marquer la date et l'origine des travaux relatifs au fluorure de carbone et parce qu'ils font également honneur à M. Güntz et à M. Moissan. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une méthode générale de préparation de fluorures de carbone.* Note de M. C. CHABRIÉ, présentée par M. Friedel.

« Lorsque, après sa remarquable découverte du fluor libre, M. H. Moissan étudia l'action des divers corps simples sur le métalloïde qu'il venait d'isoler, il constata que le fluor possède une grande énergie de combinaison. Après avoir montré sa vive réaction avec le bore et le silicium, M. H. Moissan essaya le carbone, et crut d'abord que ce corps n'avait pas d'action

sur le fluor (1); mais, depuis ce temps, il a montré, dans une expérience qui offre un grand intérêt au point de vue des propriétés du fluor, que ce corps attaque le carbone chauffé, pour donner naissance à un gaz dont il a fait l'étude spectroscopique (2).

» J'ai, depuis (3), publié un procédé général de préparation fondé sur l'action des chlorures de carbone sur le fluorure d'argent, en tube scellé, et j'ai donné les déterminations relatives à la composition du fluorure  $\text{CFI}^{\text{I}}$ .

» L'idée de faire réagir le fluorure d'argent sur les chlorures ou iodures organiques n'est pas nouvelle dans la Science, car Young (4) l'a signalée il y a longtemps relativement à l'action du fluorure d'argent sur un iodure alcoolique, bien qu'il n'ait pas obtenu, par cette réaction, des résultats absolument satisfaisants.

» Par un procédé analogue, M. H. Moissan a obtenu, par l'action du fluorure d'argent sur l'iodure d'éthyle une production facile du gaz fluorure d'éthyle, qui a été obtenu, autrefois, par M. Fremy (5), par un autre procédé.

» Je vais maintenant exposer la manière précise dont j'ai opéré. J'ai chauffé, dans un tube de verre de Bohême, scellé à la lampe, 5<sup>gr</sup>, 1 de fluorure d'argent avec 1<sup>gr</sup>, 55 de chlorure de carbone  $\text{CCl}^{\text{I}}$  à 220°, pendant deux heures. Le tube est à peine attaqué à cette température. J'ai obtenu un gaz peu soluble dans l'eau à température ordinaire, soluble dans la benzine, que j'ai dissous dans la potasse alcoolique. J'ai constaté d'abord qualitativement qu'il contenait du carbone, en mettant l'acide carbonique en liberté au moyen de l'acide acétique, dans cette solution alcaline avec laquelle le gaz s'est combiné pour donner du carbonate et du fluorure de potassium, réaction qui peut être représentée par l'équation



» La présence du fluor a été mise en évidence au moyen du chlorure de calcium, qui a donné un précipité de fluorure de calcium.

(1) *Conférences faites à la Société chimique de Paris*, p. 23; 1887-1888.

(2) *Comptes rendus des séances de la Société de Physique*; séance du 17 janvier 1890.

(3) *Comptes rendus des séances de la Société chimique de Paris*; séance du 7 février 1890.

(4) *Handbuch der organischen Chemie* de Beilstein, t. I, p. 168. *Chem. Soc.*, t. XXXIX, p. 490.

(5) *Comptes rendus*, t. XXXVIII, p. 395.

» Pour déterminer la formule de ce gaz, j'ai mesuré le volume d'acide carbonique fourni par la décomposition d'un volume donné du gaz. Ces deux volumes devaient être égaux si le gaz avait pour formule  $\text{CFI}^4$ .

» Résultats :

|         | Volume              |                     |
|---------|---------------------|---------------------|
|         | du gaz.             | d'acide carbonique. |
| I.....  | 57,01 <sup>cc</sup> | 56,07 <sup>cc</sup> |
| II..... | 27,36               | 26,67               |

» Comme j'ai reconnu, dans d'autres circonstances, que le dosage du fluor, à l'état de fluorure de calcium, n'était pas d'une précision satisfaisante, j'ai pensé que j'établirais mieux la composition du corps obtenu en prenant sa densité.

» Pour cela, j'ai introduit dans un tube de Bohême, dans lequel j'ai fait ensuite le vide, les proportions théoriques de fluorure d'argent et de chlorure de carbone  $\text{CCl}^4$ ; puis, j'ai fermé le tube à la lampe, je l'ai chauffé comme je l'ai indiqué plus haut. Je l'ai ensuite pesé, puis je l'ai ouvert sous la cloche destinée à recueillir le gaz; je l'ai refermé à la lampe et pesé de nouveau.

» En mesurant le volume du gaz dans l'éprouvette et en ayant son poids par la différence des poids du tube dans les deux pesées, je pouvais avoir la densité. Après les corrections de pression et de température nécessaires, j'ai trouvé :

| Densité trouvée. | Densité calculée<br>pour la formule $\text{CFI}^4$ . |
|------------------|--|
| 2,90             | 3,05   |

» Connaissant la densité, après avoir jaugé le volume du tube où s'était effectuée la réaction, je pouvais calculer le rendement. J'ai trouvé que j'avais obtenu un rendement aussi voisin que possible du rendement théorique.

» Depuis, j'ai essayé de faire réagir sur le fluorure d'argent les autres chlorures de carbone : les chlorures  $\text{C}^2\text{Cl}^4$ ,  $\text{C}^2\text{Cl}^6$  et la benzine hexachlorée.

» Tous ces chlorures réagissent. Avec  $\text{C}^2\text{Cl}^4$ , j'ai obtenu le fluorure gazeux  $\text{C}^2\text{FI}^4$  dont j'ai déterminé la densité.

» Résultats :

| Densité trouvée. | Densité calculée. |
|------------------|-------------------|
| 3,43             | 3,46              |

» D'après ces résultats, je pense avoir trouvé et décrit une méthode simple, générale et avantageuse, permettant d'obtenir les fluorures de carbone dans un état de pureté très satisfaisante, ainsi que me l'ont montré les déterminations relatives à l'établissement des formules des premiers d'entre eux ( <sup>1</sup> ). »

**CHIMIE MINÉRALE.** - *Sur la flamme bleue du sel commun et la réaction spectroscopique du chlorure de cuivre.* Note de M. G. SALET, présentée par M. Friedel.

« On trouve, dans plusieurs Ouvrages d'Analyse spectrale, l'indication d'un spectre curieux, qu'on produit en projetant du sel marin dans un foyer incandescent de coke ou de houille. Les flammes qui s'en échappent prennent, dans ce cas, une coloration bleue particulière, attribuée par A.-P. Smith ( <sup>2</sup> ) à l'acide chlorhydrique.

» Ce savant a donné un dessin du spectre observé : il est caractérisé surtout par des bandes à doubles cannelures, dégradées vers le rouge et dont les plus importantes sont situées dans l'indigo et le vert bleu.

» Ayant eu l'occasion de répéter l'expérience, qui est fort exacte, j'ai reconnu que ces bandes sont dues au chlorure de cuivre. Ce sont celles que M. Lecoq de Boisbaudran a figurées dans son Atlas, *Pl. XXIV*. deuxième spectre, et auxquelles il a donné les lettres grecques suivantes :  $\alpha$  (bande de droite),  $\beta$  (ces deux bandes beaucoup plus faibles que dans le dessin de M. de Boisbaudran),  $\gamma^1$ ,  $\gamma^2$ ,  $\delta$  et  $\epsilon$ ; on voit aussi parfois  $\lambda$  et  $\theta$ . La correspondance des bandes ne laisse aucun doute sur leur identité.

» Le coke avec lequel j'opérais contenait donc du cuivre. Il m'a été possible, en effet, d'en trouver dans les cendres qu'il fournit, et cela grâce à un procédé d'une extrême sensibilité et d'un emploi très commode.

» Les métaux étant mis en solution à la façon ordinaire, on précipite le cuivre sur une aiguille d'acier. Cette aiguille, portée dans la flamme extérieure du brûleur de Bunsen ne la colore pas; mais, si l'on vient à rendre celle-ci chlorurante en y volatilissant un peu d'acide chlorhydrique, on voit apparaître immédiatement une belle coloration bleue donnant le spectre du chlorure de cuivre. On a souvent besoin, en Analyse spectrale,

---

( <sup>1</sup> ) Travail fait au laboratoire de M. Friedel, à la Faculté des Sciences.

( <sup>2</sup> ) *Chemical News*, t. XXXIX, p. 111; 1879.



de rendre momentanément une flamme chlorurante; pour cet objet, rien n'est plus commode que d'y introduire un pinceau d'une trentaine de fils de platine très fins imprégnés d'acide chlorhydrique liquide. Il est facile d'ailleurs, à l'aide de diverses dispositions, de faire affluer l'acide à la base de ce faisceau de fils, de façon à prolonger l'expérience autant qu'on veut. La recherche du cuivre par le procédé qu'on vient d'indiquer devient aussi aisée et aussi précise que celle des métaux dont les solutions donnent directement dans la flamme un spectre caractéristique. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. -- *Sur la résistance électrique du fer et de ses alliages, aux températures élevées.* Note de M. H. LE CHATELIER, présentée par M. Daubrée.

« Le fer doux éprouve, aux températures élevées, deux transformations moléculaires réversibles, caractérisées par des absorptions de chaleur latente plus ou moins considérables. Ces transformations ont été découvertes par M. Osmond (1) qui a indiqué en même temps le rôle important qu'elles jouent dans la métallurgie du fer. La première, peu marquée, se produirait à 730°, c'est-à-dire à une température voisine de celle de la *récalescence* de l'acier (700°); la seconde, accompagnée d'une absorption de chaleur plus considérable, se produirait à 855°.

» Dans les aciers carburés, M. Osmond a observé que la transformation de 855° s'atténue comme importance et s'abaisse comme température à mesure que la teneur en carbone va en croissant, jusqu'à ce que, pour les aciers durs, cette transformation vienne à se confondre avec la *récalescence*. Le procédé d'expérimentation employé laisse, il est vrai, comme M. Osmond l'a indiqué lui-même, subsister une certaine incertitude à ce sujet. L'abaissement et l'atténuation de la transformation pourraient n'être qu'apparents, et résulter seulement d'une espèce de trempe partielle et passagère amenée par la rapidité même du refroidissement.

» Cette question est intéressante à élucider en raison de la connexion qu'elle présente avec la trempe proprement dite de l'acier. La trempe à l'eau, d'après M. Osmond, a pour effet de maintenir à la température ordinaire la variété du fer et celle du carbure de fer normalement stables au-dessus de 860° et de 700°. La trempe au plomb maintiendrait seulement

(1) *Comptes rendus*, t. CIII, p. 743 et 1135.

la variété du fer dans son état instable, sans s'opposer à la transformation normale du carbure de fer pendant le refroidissement.

» Pour trancher cette difficulté, il faut s'adresser à des propriétés du fer variant avec la température, mais dont la mesure puisse s'effectuer à température stationnaire, après avoir attendu un temps suffisant pour permettre au métal d'atteindre son état d'équilibre stable. Des mesures de dilatation effectuées dans ce but n'ont conduit à aucun résultat bien net : les changements brusques de longueurs qu'il s'agissait d'observer étaient d'un ordre de grandeur analogue à celui des erreurs d'expériences. J'ai entrepris alors l'étude des résistances électriques. Ce sont les résultats de ces expériences qui sont consignés dans les Tableaux et graphiques suivants, auxquels ont été adjoints quelques chiffres relatifs au nickel et au platine. Les résistances sont exprimées en ohms et rapportées à des fils de 1<sup>m</sup> de longueur et 1<sup>mm</sup> de diamètre. Toutes les expériences, sauf celles du platine, ont été faites dans l'hydrogène pur et sec.

*Fer doux soudé très pur : C = 0,05 pour 100.*

*Scories interposées environ 1 pour 100.*

|                |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <i>t</i> ..... | 15°  | 390  | 460  | 750  | 800  | 860  | 910  | 1060 |
| <i>r</i> ..... | 0,14 | 0,38 | 0,59 | 1,10 | 1,31 | 1,31 | 1,34 | 1,40 |

*Acier fondu sur sole demi dure : C = 0,6 pour 100.*

*Mn = 0,4 pour 100.*

|                |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <i>t</i> ..... | 15°  | 300  | 430  | 600  | 700  | 820  | 960  | 1100 |
| <i>r</i> ..... | 0,16 | 0,43 | 0,55 | 0,80 | 0,97 | 1,28 | 1,32 | 1,34 |

*Acier dur.*

|                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <i>t</i> ..... | 15°  | 280  | 410  | 680  | 730  | 830  | 870  | 940  | 1050 |
| <i>r</i> ..... | 0,24 | 0,46 | 0,60 | 1,06 | 1,13 | 1,39 | 1,43 | 1,46 | 1,48 |

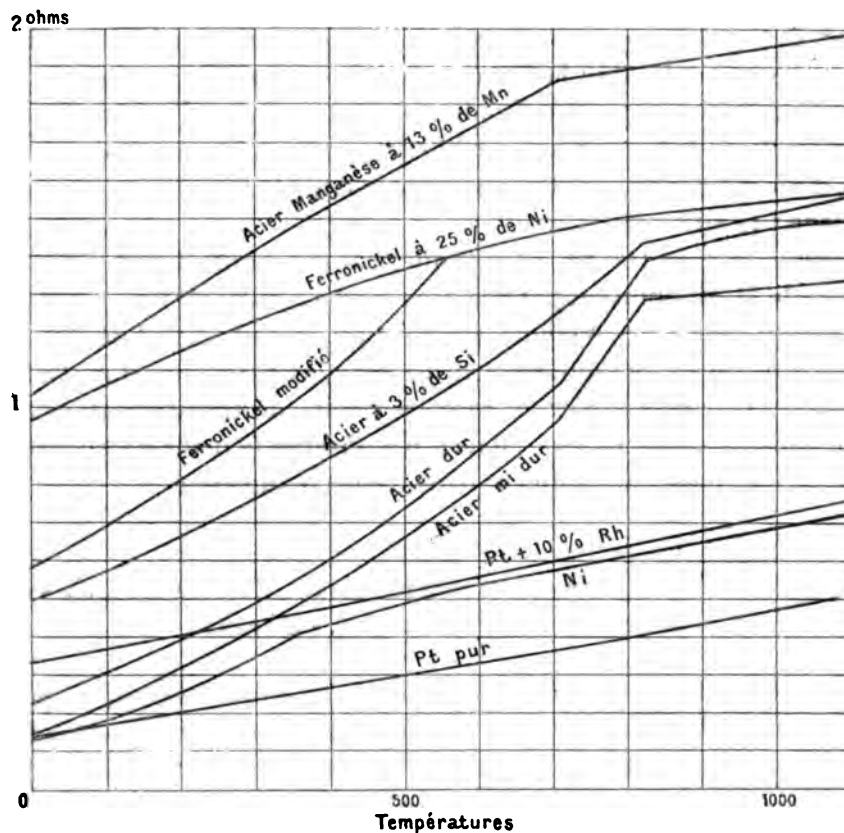
» Les courbes relatives au fer et aux aciers proprement dits mettent très nettement en évidence, par les points anguleux qu'elles présentent, les deux transformations moléculaires et montrent de plus que les températures de ces transformations sont sensiblement indépendantes de la proportion de matières étrangères alliées au fer.

» L'acier manganèse à 13 pour 100 de Mn, qui n'est pas un acier, mais un véritable alliage de fer et de manganèse, a présenté un point anguleux un peu incertain vers 700°. Je me propose de revenir ultérieurement sur

cette détermination, en étudiant l'action de la trempe qui produit sur ce métal des effets si curieux.

» Le nickel a présenté vers 340° un point anguleux très net.

» Le platine et le platine rhodié, qui servent dans la construction de mes couples thermo-électriques, ont présenté une résistance croissant proportionnellement à la température.



» Le ferronickel à 25 pour 100 de Ni a donné lieu à des phénomènes très intéressants. Chauffé dans l'hydrogène pur et *sec*, il n'a subi aucune altération, et sa courbe de résistance est restée parfaitement régulière, sans présenter aucun point anguleux. Chauffé au contraire dans l'hydrogène humide, il a éprouvé une modification profonde. Sa couleur est passée du gris jaunâtre au gris d'acier; ses propriétés mécaniques ont varié de la façon suivante, d'après des expériences faites par mon frère, M. A. Le Chatelier. La ténacité s'est élevée de 65<sup>kg</sup> à 80<sup>kg</sup>; l'allongement

de rupture est tombé de 65 pour 100 à presque rien; enfin l'effort limite élastique a plus que doublé. En même temps, la résistance électrique diminue d'un tiers. La courbe de résistance du nouveau métal donne à l'échauffement un point anguleux à 550° et au delà se superpose à la courbe du ferronickel normal. Par refroidissement les deux courbes restent superposées jusque vers 100°; mais, à partir de cette température, la résistance diminue progressivement pour rejoindre la courbe du métal modifié. Il y a donc pendant le refroidissement un retard à la transformation, analogue à celui que la trempe produit sur les aciers; mais il m'a été impossible, même par un refroidissement très lent, d'éviter ce retard. Cette altération du ferronickel par l'hydrogène humide paraît due à l'oxydation d'un élément qui entre en petite quantité dans la constitution de cet alliage : le silicium.

» Depuis que ce travail est terminé, j'ai eu connaissance d'une étude analogue de M. Hopkinson, publiée dans les *Philosophical Transactions of the royal Society pour 1889*, Volume qui n'est pas encore distribué. Les expériences de ce savant se rapportent au fer doux, à l'acier semi-dur et à l'acier manganèse. Il trouve à 855° et 815° les points de transformation du fer que j'ai trouvés à 850° et 820°. Mais il n'a observé le point de transformation de 710° ni dans l'acier dur ni dans l'acier manganèse. »

CHIMIE. — *Recherches thermochimiques sur la soie*. Note de M. LÉO VIGNON, présentée par M. Berthelot. (Extrait.)

« On sait que la soie possède, pour une foule de substances, un pouvoir absorbant considérable. C'est en utilisant cette propriété que l'industrie peut effectuer la *teinture* de la soie et préparer par le tissage ces étoffes merveilleuses qui réalisent de si beaux effets décoratifs.

» Quoiqu'on ait poussé très loin l'utilisation technique du pouvoir absorbant de la soie, l'étude scientifique de cette propriété est encore peu avancée. Il pouvait être intéressant de reprendre cette question par la méthode thermochimique, telle que l'a conçue M. Berthelot. J'ai entrepris de rechercher si le pouvoir absorbant de la soie, grège ou décreusée, en se manifestant dans le calorimètre, vis-à-vis de différents réactifs possédant des fonctions chimiques déterminées, donnait lieu à des phénomènes thermiques mesurables...

» Les échantillons sur lesquels j'ai opéré provenaient du dévidage, à l'eau distillée,

d'un lot de cocons parfaitement homogène. Ces cocons, de couleur jaune pâle, avaient été produits par des vers à soie de l'espèce des *Bombyx mori*, appartenant à la race du Var, élevés à Meyzieu (Isère) en 1889.

» La soie grège, formée de 5 baves ou jets élémentaires, a donné aux épreuves de titrage les chiffres suivants :

|                                       |                       |
|---------------------------------------|-----------------------|
| Poids moyen de 500 <sup>m</sup> ..... | 0 <sup>gr</sup> , 745 |
| Ténacité moyenne.....                 | 50 <sup>gr</sup>      |
| Élasticité moyenne.....               | 20,7 pour 100         |

» On a préparé ainsi 16 flottes de soie, dont les poids étaient compris entre 9<sup>gr</sup> et 12<sup>gr</sup>. La moitié de ces flottes a été soumise à un décreusage au savon (perte moyenne 22,94 pour 100). Enfin, les 8 flottes de soie grège et les 8 flottes de soie décreusée ont été conditionnées, et l'on a déterminé leur poids absolu....

» Dans les déterminations effectuées par immersion, on a constaté qu'il y avait toujours dégagement de chaleur. Si l'on a la précaution d'agiter, les phénomènes thermiques sont très nets; ils cessent, en moyenne, au bout de neuf minutes pour la soie grège, et après cinq minutes pour la soie décreusée. En opérant sur les flottes de soie pesant de 9<sup>gr</sup> à 12<sup>gr</sup>, immergées dans 500<sup>cc</sup> des différents réactifs employés, on observe, vers 12° C., des élévations de température qui ont varié de 0°,02 C. à 0°,32 C....

» Les dégagements de chaleur observés ont été rapportés à 100 parties de soie grège ou décreusée, complètement sèche. Ils ont été calculés également pour la formule C<sup>111</sup>H<sup>222</sup>N<sup>44</sup>O<sup>66</sup>. Voici les résultats :

*Quantités de chaleur dégagée en calories, vers 12°, par le contact de la soie du Bombyx mori (grège et décreusée) avec différents réactifs.*

(Les soies renferment leur proportion normale d'eau, soit 10 pour 100.)

| Réactifs.   | Soie grège               |   | Soie décreusée           |   |
|---|--------------------------|---|--------------------------|---|
|   | pour 100 <sup>gr</sup> . | pour C <sup>111</sup> H <sup>222</sup> N <sup>44</sup> O <sup>66</sup> en gr. | pour 100 <sup>gr</sup> . | pour C <sup>111</sup> H <sup>222</sup> N <sup>44</sup> O <sup>66</sup> en gr. |
| Eau.....  | 0,10                     | 3,50  | 0,15                     | 5,20  |
| Potasse normale (KOH = 1 <sup>lit</sup> ) (1).....                              | 1,35                     | 47  | 1,30                     | 45,25   |
| Soude normale (NaOH = 1 <sup>lit</sup> ) (1).....                               | 1,55                     | 53,95   | 1,30                     | 45,25   |
| Ammoniaque normale (NH <sup>3</sup> = 1 <sup>lit</sup> ) (1)....                | 0,65                     | 22,65   | 0,50                     | 17,40   |
| Acide sulfurique normal (½SO <sup>3</sup> H <sup>2</sup> = 1 <sup>lit</sup> ).. | 0,95                     | 33,10   | 0,90                     | 31,35   |
| Acide chlorhydrique normal (HCl = 1 <sup>lit</sup> )..                          | 0,95                     | 33,10   | 0,90                     | 31,35   |
| Acide nitrique normal (NO <sup>3</sup> H = 1 <sup>lit</sup> ).....              | 0,90                     | 31,35   | 0,85                     | 29,60   |
| Chlorure de potassium (KCl = 1 <sup>lit</sup> ).....                            | 0,20                     | 6,95  | 0,10                     | 3,50  |

(1) Les solutions alcalines, en agissant sur la soie grège, amènent une dissolution partielle du grès.

L'examen des chiffres de ce Tableau permet d'établir un certain nombre de déductions :

1° Le pouvoir absorbant de la soie se manifeste, dans le calorimètre, avec des dégagements de chaleur nettement appréciables. Ces dégagements représentent, suivant les principes établis par M. Berthelot, la somme des travaux chimiques et physiques effectués par le contact de la soie avec les différents réactifs mis en expérience; leur mesure permet donc d'instituer une nouvelle méthode d'étude, pour les phénomènes d'absorption relatifs à la soie. Il est à prévoir que l'application de cette méthode permettra d'augmenter nos connaissances sur la théorie des phénomènes de teinture.

2° Les chiffres obtenus, pour la soie grège comme pour la soie décreusée, si l'on tient compte du degré d'approximation que permet d'atteindre la méthode thermochimique, présentent entre eux les mêmes rapports. Le grès de soie et la fibroïne appartiennent donc au même type chimique; ils manifestent les mêmes fonctions, l'intensité de ces fonctions se trouvant entre elles, dans des rapports sensiblement constants.

3° Les fonctions chimiques du grès de soie ont plus d'intensité que celles de la fibroïne. On a en effet, pour la somme des dégagements de chaleur,

Soie grège..... 13<sup>ca</sup>,15      Soie décreusée..... 11<sup>ca</sup>,95

Si l'on admet que le grès et la fibroïne, ainsi que le montre l'examen microscopique, sont simplement juxtaposés, sans combinaison, on pourra calculer la somme des dégagements relatifs à chacune de ces substances. On a en effet

$$\text{soie grège} = \text{fibroïne} \times 0,7706 + \text{grès} \times 0,2294.$$

En appelant  $x$  les dégagements de chaleur donnés par 100 parties de grès,

$$x \times 0,2294 + 11,95 \times 0,7706 = 13,15, \quad x = \frac{13,15 - 11,95 \times 0,7706}{0,2294},$$
$$x = 17,2.$$

Le rapport des intensités relatives des fonctions chimiques, dans le grès et la fibroïne, peut être mesuré par l'expression

$$\left. \begin{array}{l} \text{Grès.} \dots\dots\dots \frac{17,20}{11,95} \\ \text{Fibroïne.} \dots\dots\dots \end{array} \right\} 1,451$$

» 4° La soie, grège ou décreusée, manifeste des dégagements de chaleur plus intenses avec les acides et les bases qu'avec les sels neutres; la fibroïne et le grès semblent donc posséder des fonctions basiques et acides nettement accusées. En même temps, elle présente des facultés absorbantes par rapport aux sels neutres; cette dernière propriété serait assimilable au pouvoir dissolvant que les liquides exercent sur les substances solubles. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dosage de la potasse et de l'humus dans les terres.*  
Note de M. J. RAULIN, présentée par M. Pasteur.

« Le procédé de dosage de la potasse dans les terres, que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, repose sur la très faible solubilité, dans les liquides aqueux, du phosphomolybdate de potasse, tandis que les phosphomolybdates de soude, de magnésie, de chaux, de fer, d'alumine, y sont plus ou moins solubles. Ce procédé n'exige pas de séparations bien compliquées, et il permet d'opérer sur un poids de terre relativement faible, puisque le poids du phosphomolybdate que l'on pèse est égal à 19 fois celui de la potasse à doser.

» On prépare un réactif formé d'une solution d'acide phosphomolybdique, en dissolvant 100<sup>gr</sup> de molybdate d'ammoniaque cristallisé pur dans le moins d'eau possible, et ajoutant 6<sup>gr</sup>,5 de phosphate d'ammoniaque neutre cristallisé, puis dissous dans un peu d'eau. On ajoute de l'eau régale; il se précipite du phosphomolybdate d'ammoniaque. On chauffe en ajoutant de l'eau régale de temps en temps jusqu'à dissolution du précipité. On évapore à feu nu d'abord, au bain-marie ensuite, vers 70°, jusqu'à siccité. On ajoute 400<sup>cc</sup> d'eau, 5<sup>cc</sup> d'acide nitrique, on chauffe et l'on filtre : le réactif phosphomolybdique est prêt.

» On prépare encore une liqueur destinée au lavage du phosphomolybdate de potasse, en dissolvant 20<sup>gr</sup> d'azotate de soude dans 1<sup>lit</sup> d'eau; 2<sup>cc</sup> d'acide nitrique pur; un mélange de 20<sup>cc</sup> environ de la liqueur phosphomolybdique et de 1<sup>cc</sup>,2 environ de solution de nitre à 80<sup>gr</sup> par litre, légèrement chauffé, pour saturer le liquide de phosphomolybdate de potasse. On agite, on laisse reposer, on décante le liquide.

» Pour préparer la liqueur dans laquelle on doit doser la potasse, on pèse exactement un échantillon de la terre, dans laquelle on doit doser la potasse, contenant environ 15<sup>mg</sup> de potasse anhydre; on dissout les sels de potasse par les procédés usuels; on les sépare de la plus grande partie des sels calcaires, ferrugineux et alumineux, et on les convertit en nitrates.

» On réduit la liqueur au volume de quelques centimètres cubes, on acidule légèrement par l'acide nitrique.

» On ajoute 4<sup>cc</sup> de liqueur phosphomolybdique pour 10<sup>mg</sup> de potasse anhydre présumée. On évapore à sec à 50°, et *de suite* on procède à la filtration sur de très petits filtres tarés, dont chacun est double, en lavant le précipité avec 60<sup>cc</sup> de la liqueur dont il a été question plus haut. On lave également avec le même liquide le filtre tare; on sèche à 50°, on pèse. Le poids multiplié par  $\frac{5,2}{100}$  donne la potasse anhydre.

» Le dosage volumétrique de l'humus dans une terre par une solution de permanganate de potasse serait commode et pratique si la combustion de la matière organique n'était incomplète et si le brunissement de la liqueur ne rendait la fin de la réaction incertaine. L'application du procédé de John Henri Schmidt au permanganate (1) modifié m'a donné des résultats convenables.

» Dans un petit ballon à fond plat de 250<sup>cc</sup>, on introduit 10<sup>cc</sup> d'une solution de sulfate de manganèse à 16<sup>gr</sup> de sel anhydre par litre, et 10<sup>cc</sup> d'une solution de permanganate de potasse à 10<sup>gr</sup> par litre; on chauffe quelques instants; la liqueur se décolore; il se précipite du bronze de manganèse. On ajoute 100<sup>cc</sup> d'eau et 4<sup>cc</sup> d'acide sulfurique à 150<sup>cc</sup> d'acide monohydraté par litre. On y ajoute encore un volume exactement mesuré d'un liquide humique convenablement préparé, tel qu'en s'oxydant complètement il détruit au maximum la moitié du bioxyde de manganèse. On soumet le mélange à une légère ébullition pendant huit heures, en renouvelant l'eau à mesure qu'elle s'évapore. Il faut bien se garder de surmonter le ballon d'un tube à condensation, car les résultats ne seraient plus concordants.

» On dissout, à chaud, le bioxyde de manganèse non altéré par un léger excès, mesuré, d'acide oxalique normal décime, et l'on détruit l'excès d'acide oxalique par une solution de permanganate de potasse à 1<sup>gr</sup> par litre, qu'on verse avec une burette graduée jusqu'à légère teinte rose.

» On calcule le volume d'acide oxalique non détruit par le bioxyde, d'après le volume de permanganate versé en dernier lieu, la correspondance des deux liqueurs ayant été établie par un essai préalable. On calcule le volume d'acide oxalique qui détruit la même quantité de bioxyde que l'humus introduit, en prenant la différence entre le volume d'acide oxalique nécessaire pour détruire tout le bioxyde formé par 10<sup>cc</sup> de per-

---

(1) *Moniteur scientifique*, p. 1038 et 1160; 1887.



manganate à 10<sup>gr</sup> par litre et le volume d'acide oxalique qui a détruit le bioxyde restant après l'action de l'humus; le premier volume d'acide oxalique, c'est-à-dire celui qui détruit le bioxyde formé par 10<sup>cc</sup> de permanganate, a été déterminé par un essai préalable.

» Quant à la liqueur humique, elle a été préparée au moyen de 10<sup>gr</sup> de terre traitée par la soude selon le mode habituel; il sera facile de calculer le volume de liqueur oxalique équivalent au volume total de la liqueur humique dont on a essayé une fraction déterminée, et par suite le volume de liqueur oxalique équivalente à l'humus de 10<sup>gr</sup> de terre sèche.

» Ce nombre de centimètres cubes de liqueur oxalique multiplié par 0<sup>mg</sup>,8 exprimera, en milligrammes, le poids d'oxygène nécessaire pour brûler l'humus de 10<sup>gr</sup> de terre sèche.

» L'humus n'étant pas un composé défini, mais un résidu de matières organiques complexes partiellement brûlé, il exigera, par unité de poids, d'autant plus d'oxygène pour achever la combustion que l'altération sera moins profonde. Ce poids d'oxygène, nécessaire pour brûler l'humus de 10<sup>gr</sup> de terre sèche, peut servir à en apprécier la valeur tout aussi bien que le poids de l'humus lui-même.

» Cependant, si l'on veut avoir directement le poids de l'humus, on peut recourir au Tableau suivant qui, sans être rigoureux, peut être regardé comme suffisant, eu égard à la variabilité de la constitution de l'humus :

| Volumes<br>d'acide oxalique<br>décime normal<br>pour 10 <sup>gr</sup><br>de terre sèche. | Poids d'humus<br>correspondants<br>directement<br>déterminés. | Volumes<br>d'acide oxalique<br>décime normal<br>pour 10 <sup>gr</sup><br>de terre sèche. | Poids d'humus<br>correspondants<br>directement<br>déterminés. |
|--|---|--|---|
| 50 <sup>cc</sup> .....   | 80 <sup>mgr</sup>   | 1600 <sup>cc</sup> .....   | 1560 <sup>mgr</sup>   |
| 100.....   | 150   | 1800.....  | 1720  |
| 200.....   | 280   | 2000.....  | 1890  |
| 300.....   | 400   | 2500.....  | 2315  |
| 400.....   | 510   | 3000.....  | 2735  |
| 500.....   | 610   | 3500.....  | 3170  |
| 600.....   | 705   | 4000.....  | 3605  |
| 700.....   | 790   | 4500.....  | 4035  |
| 800.....   | 885   | 5000.....  | 4460  |
| 900.....   | 975   | 5500.....  | 4890  |
| 1000.....  | 1060  | 6000.....  | 5310  |
| 1200.....  | 1225  | 6500.....  | 5745  |
| 1400.....  | 1390  |  |   |

CHIMIE VÉGÉTALE. - *Sur une matière colorante des Diaptomus, analogue à la carotène des végétaux.* Note de M. RAPHAËL BLANCHARD, présentée par M. A. Gautier.

» Les Copépodes du genre *Diaptomus* sont représentés dans les lacs des hauts plateaux des Alpes françaises par deux espèces nouvelles pour notre faune : *D. bacillifer* Kœlbel et *D. denticornis* Wierzejski. Un fait bien connu, et dont j'ai pu vérifier la fréquence et l'exactitude, c'est que, suivant le milieu où on la trouve, une même espèce de *Diaptomus* est rouge carmin, blanche, totalement incolore ou d'une légère teinte bleu verdâtre. Jusqu'à ce jour, aucun observateur n'a cherché la cause de ce curieux phénomène.

» L'abondance exceptionnelle de *Diaptomus bacillifer* d'un rouge vif dans certains lacs des environs de Briançon, notamment dans le lac de Gimont, par une altitude de 2 400<sup>m</sup> environ, m'a fourni l'occasion d'aborder l'étude de ce problème.

» Environ 300<sup>cc</sup> de *Diaptomus* sont pêchés au filet fin, puis conservés dans l'alcool : cette quantité représente un nombre très considérable d'animaux, puisque chacun de ceux-ci n'a guère que 1<sup>mm</sup> de longueur. Au bout de deux mois environ, l'étude du pigment est entreprise. L'alcool, très faiblement coloré, est décanté, puis les Crustacés sont broyés dans un mortier avec du sable fin. Le magma préparé de la sorte, lavé de nouveau à l'alcool, est évaporé dans le vide, pour le débarrasser de l'alcool résiduel. Il reste une poudre d'un rouge vif, point de départ de toutes nos manipulations.

» Exposée à l'air libre, cette poudre passe insensiblement au rouge brique, puis au jaune et finalement au blanc, même quand on la maintient à l'obscurité. Le pigment qu'elle contient est insoluble dans l'eau, dans l'ammoniaque, l'alcool méthylique, la potasse étendue ; il est à peine soluble dans l'alcool éthylique, même à chaud. En revanche, il se dissout dans l'éther, qui prend la teinte du sirop de groseille ; dans l'éther de pétrole et la benzine, qui se colorent en brun orangé ; dans le chloroforme, qui devient rose ; dans le sulfure de carbone, qui se colore en rouge poncé. Les acides minéraux et organiques, les agents réducteurs et les alcalis sont sans action sur ces solutions.

» En raison de sa grande altérabilité et de son analogie avec les graisses, au point de vue de leurs communs dissolvants, j'ai adopté la méthode suivante, basée sur l'inégale solubilité des corps gras et du pigment dans les divers véhicules.

» La poudre, lavée à l'alcool et desséchée dans le vide, est traitée ensuite par l'éther de pétrole, et de nouveau séchée. L'alcool et l'éther de pétrole se sont chargés d'une quantité appréciable de pigment, mais ont enlevé en outre toutes les graisses et d'autres substances solubles. La poudre dégraissée est finalement traitée par le sulfure de carbone jusqu'à épuisement. Cette dernière solution est réduite à consistance sirupeuse par distillation; puis la substance huileuse d'un rouge carmin sombre qu'on obtient de la sorte est reprise par quelques gouttes de sulfure de carbone et portée dans le vide. Au bout de quelques jours, l'évaporation de ce dissolvant abandonne le pigment, mais non cristallisé (1).

» Le pigment du *Diaptomus* a une analogie marquée avec les lutéines ou lipochromes, mais en diffère pourtant par deux caractères essentiels. Les lipochromes, comme on sait, sont très répandus chez les Invertébrés et se retrouvent jusque chez les Crustacés; ils ont les mêmes propriétés générales que notre pigment, mais sont très solubles dans l'alcool et laissent apparaître deux, parfois même trois bandes d'absorption dans la moitié la plus réfrangible du spectre. Or, nous savons déjà que le pigment du *Diaptomus* est très peu soluble dans l'alcool; ses caractères spectroscopiques vont le différencier encore plus nettement des lipochromes.

» En solution très étendue et examiné sous une faible épaisseur, il donne, en effet, un spectre exempt de bandes; mais dans lequel le bleu, l'indigo et le violet sont obscurcis. Avec une solution moins diluée, ces mêmes couleurs sont absorbées, ainsi que la moitié droite du vert. Enfin, une solution très concentrée absorbe tout le spectre, à l'exception du rouge. Dans aucun cas, les parties visibles du spectre ne présentent la moindre bande d'absorption.

» Tout en reconnaissant les analogies du pigment des *Diaptomus* avec les lipochromes, il m'est donc impossible de le ranger parmi ces derniers. Comparé aux pigments rouges des Cœlentérés, des Échinodermes, des Bryozoaires, des Mollusques, etc., il ne se montre identique à aucun d'entre eux. En revanche, il présente une frappante ressemblance, tant au point de vue spectroscopique qu'au point de vue de l'ensemble de ses réactions, avec la carotène,  $C^{26}H^{38}$ , si bien étudiée par M. Arnaud.

» Celle-ci, à l'état de pureté, se dissout très peu dans l'éther; le pigment du *Diaptomus* s'y dissout, au contraire, assez abondamment. Mais, dans notre cas, l'éther dissolvait les graisses de nos Crustacés en même temps que le pigment: il devient ainsi un dissolvant mixte, dans lequel la sub-

---

(1) Il est mêlé d'aiguilles cristallines qu'on peut enlever mécaniquement, et qui sont peut-être le produit d'oxydation de notre pigment.

stance colorante se dissout avec une grande énergie. M. Arnaud a noté précisément le même fait pour la carotène.

» La carotène se dissout dans l'acide sulfurique et lui communique une belle coloration bleu indigo intense; si l'on verse alors le liquide dans l'eau, la coloration bleue disparaît aussitôt, sans qu'il y ait formation d'aucun précipité. Cette réaction s'obtient aussi avec le pigment du *Diaptomus*.

» Le pigment du *Diaptomus* présente donc, au point de vue de ses dissolvants et de la singulière réaction de l'acide sulfurique, une si parfaite ressemblance avec la carotène qu'on ne peut hésiter à le considérer, sinon comme identique à la carotène des végétaux, du moins comme un corps de même nature. Ce serait donc un carbure d'hydrogène non saturé.

» On sait que la carotène pure, dissoute dans le sulfure de carbone, est précipitée sous forme de cristaux par l'alcool absolu; la cristallisation n'a plus lieu, si la carotène a été chauffée à 70°. C'est pour cette raison que nous n'avons pu obtenir notre pigment à l'état cristallin, nos solutions ayant toutes été chauffées avant que nous n'ayons pensé à son analogie avec le pigment de M. Arnaud.

» Le pigment du *Diaptomus bacillifer* est donc de la carotène, ou plutôt une carotène; car on doit penser qu'il existe plusieurs carotènes, tout comme il y a plusieurs chlorophylles et plusieurs hémoglobines. Il s'ensuit que les carotènes, qui se rencontrent déjà chez tous les Phanérogames et chez les Fougères, prennent rang désormais parmi les pigments animaux.

» Cette constatation est d'une grande importance au point de vue de la physiologie générale, en ce qu'elle nous fait connaître :

» 1° Une nouvelle substance chimique commune aux animaux et aux plantes;

» 2° La possibilité pour l'organisme animal de fabriquer des hydrocarbures, corps inconnus jusqu'alors chez l'animal à l'état physiologique, mais très répandus chez les plantes;

» 3° Un nouvel exemple de l'existence de la carotène indépendamment de la chlorophylle, comme c'est d'ailleurs le cas, chez les plantes, pour la racine de la carotte et pour le fruit de la tomate et du potiron.

» Je me propose de poursuivre l'étude de cette substance, maintenant que sont établies ses affinités naturelles et la méthode suivant laquelle il convient de l'étudier (1). »

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie de la Faculté de Médecine. Je

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la substance intercellulaire.*

Note de M. **LOUIS MANGIN**, présentée par M. Berthelot.

« Dans les tissus mous, où la membrane n'est pas incrustée de lignine ou de subérine, on distingue une lame moyenne qui relie les cellules entre elles et dont la nature est encore problématique. Les anatomistes, depuis Dippel, n'ont signalé jusqu'ici, pour cette substance, que son insolubilité dans l'acide sulfurique froid, et l'absence des réactions caractéristiques de la cellulose. D'autre part, les chimistes ont reconnu, dans le ciment qui réunit les cellules, des substances très différentes : de la cutose, de la gomme, du pectate de chaux, du ligni-gomme, etc.; mais les résultats des analyses qui ont fourni ces données n'ayant pas été contrôlés par l'examen microscopique, les produits extraits des tissus n'ont pu être localisés avec certitude, et l'on ne peut s'étonner des divergences que fournissent, au sujet de la nature de la lame moyenne, les Ouvrages de Chimie végétale.

» Je me propose, dans cette Note, de montrer que, chez les Phanérogames et les Cryptogames (les Champignons et beaucoup d'Algues exceptés), les tissus à éléments mous sont constitués par des cellules reliées entre elles au moyen d'un ciment formé d'acide pectique à l'état de pectates insolubles. Je restitue à ce ciment le nom de *substance intercellulaire*, qui exprime mieux que celui de *lame moyenne* son origine et son mode de formation.

» *Analyse chimique des tissus.* — On coupe en menus fragments les organes les plus divers (tiges, racines, feuilles, fleurs) et on les laisse macérer pendant vingt-quatre heures dans de l'alcool additionné d'acide chlorhydrique au quart ou au cinquième. On lave ensuite à l'eau distillée et l'on plonge les tissus dans une solution d'un sel de potasse ou de soude à réaction alcaline (carbonate, phosphate, oléate, silicate, etc.) ou dans une solution faible d'ammoniaque, ou enfin dans une solution d'un sel ammoniacal à acide organique (oxalate, citrate, etc.). Au bout de peu de temps, quand les fragments de tissus sont imprégnés du dissolvant, une faible agitation les dissocie complètement, et l'on obtient un liquide plus ou moins épais, dans lequel nagent les cellules, la cuticule, les fibres et les

---

tiens à remercier M. le Professeur A. Gautier de son cordial accueil et de ses bons conseils.

vaisseaux des tissus mous. Le liquide obtenu par les carbonates alcalins est filtré et additionné d'un acide, il précipite un magma gélatineux qui montre les caractères de l'acide pectique, tel que l'a défini M. Fremy. Ces résultats s'expliquent si l'on admet que l'acide chlorhydrique enlève les bases auxquelles l'acide pectique est combiné, et ce dernier, devenu libre, peut se dissoudre dans les liquides alcalins; en effet, si on laisse macérer les tissus qui ont subi l'action de l'acide chlorhydrique, dans de l'eau de chaux ou de baryte, l'acide pectique reforme avec ces bases des sels insolubles, et l'on ne peut plus obtenir, à froid, la dissociation des tissus dans les solutions alcalines.

» *Examen microscopique des tissus.* — L'existence presque constante de pectates insolubles dans la substance intercellulaire des tissus mous est confirmée par l'examen des tissus au moyen des réactifs colorants que j'ai fait connaître dans une précédente Note. On pratique des coupes minces dans des organes adultes et on les colore avec la phénosafranine ou le bleu de méthylène, après l'action de l'alcool chlorhydrique. L'acide pectique insoluble se colore plus fortement que les composés pectiques associés à la cellulose dans l'épaisseur des membranes propres à chaque cellule. On peut constater que ce ciment forme une couche mince dans toute la surface de contact des cellules, et, à l'endroit où celles-ci se séparent, il produit un bourrelet épais sous l'aspect d'un cadre limitant la surface de contact; ce bourrelet est en saillie plus ou moins prononcée dans la cavité des méats et même quelquefois remplit exactement ces derniers, comme dans le tissu du liber, dans le parenchyme du tubercule de la Pomme de terre, dans le prosenchyme circonscrivant les faisceaux (Iris, Jacinthe, etc.).

» C'est exclusivement dans les cadres de pectates insolubles formant la surface d'union des cellules, que se trouvent les ponctuations qui servent aux échanges osmotiques; au niveau de ces ponctuations, la membrane se dédouble toujours par la dissociation, chaque cellule emportant avec elle les cadres dont la membrane est munie; mais je n'ai pu encore décider si le ciment de pectates est continu dans toute la ponctuation et occupe même les mailles du réseau délicat qu'on y a depuis longtemps signalé.

» La forme des cadres de pectates est très variable; en général ovales ou rectangulaires, ils sont toujours orientés de manière que leur plus grande longueur soit parallèle à la direction de croissance. Ordinairement simples, ils sont parfois multiples, chaque surface de contact présentant plusieurs cadres à bords parallèles et emboîtés les uns dans les autres; ils représen-

tent les lignes de contact successivement abandonnées par suite des progrès de la croissance et de l'agrandissement des méats (bulbe d'Oignon). La surface externe de la membrane qui limite les méats présente souvent des sculptures formées par des pointes ou des boutons de pectates insolubles, dispersés sans ordre à la surface ou, le plus souvent, fixés sur les bords des cadres d'union et ornementant plus ou moins ces derniers; c'est ce qu'on peut observer dans les feuilles du *Yucca*, de l'*Iris*, de l'Ellébore noir, dans la tige des *Equisetum*. Enfin, dans un certain nombre de cas, les méats sont partiellement ou complètement remplis d'une sorte de gelée due à la transformation de l'acide pectique, normalement insoluble, en une masse capable de se gonfler et de se dissoudre dans l'eau (*Allium*, *Narcisse*, etc.).

» Tous ces ornements sont ordinairement dépourvus de cellulose; aussi l'action des réactifs iodés ne les fait-elle jamais apparaître, et l'on s'explique ainsi que les diverses sculptures que je viens de signaler aient échappé jusqu'ici à l'attention des botanistes. Le traitement chimique indiqué plus haut, c'est-à-dire l'action successive de l'acide chlorhydrique et d'un sel alcalin, fait disparaître les cadres et les sculptures de pectates, comme on peut s'en assurer en examinant au microscope la pulpe obtenue par la dissociation des tissus; on peut même suivre, sur des coupes, les progrès de la dissolution, et l'on voit les cellules dissociées, entraînées par le courant de dissolvant qu'on réalise sur le porte-objet.

» Dans les méristèmes, où les méats n'existent pas encore, on n'aperçoit pas les cadres de pectates, et les très jeunes cloisons, qui paraissent indivises, manifestent déjà les réactions de la cellulose et des composés pectiques; il existe cependant, au milieu de la membrane en apparence homogène, une lame très mince de pectates insolubles, car le traitement successif par l'acide chlorhydrique et les sels alcalins provoque la dissociation de ces tissus.

» La substance intercellulaire, formée par des pectates insolubles, est donc individualisée de bonne heure dans les méristèmes; sa transformation partielle en pectates solubles permet le dédoublement de la membrane et la formation des méats; par une sorte d'exsudation, elle forme, dans les tissus adultes, les ornements qui renforcent les surfaces d'union des cellules et qui augmentent la solidité des tissus. »

BOTANIQUE. — Sur la localisation des matières colorantes dans les téguments séminaux. Note de M. Louis CLAUDEL, présentée par M. Dechartre.

» Les recherches sommaires de M. Poisson sur la localisation des pigments spermodermiques établissent que le siège de la matière colorante est très variable dans les graines. J'ai essayé d'en délimiter la variabilité en cherchant la cause des déplacements de la zone pigmentée.

» M. Strandmark, puis M. Lohde ont signalé, dans un certain nombre de spermodermes, une couche protectrice, à parois fortement épaissies et ordinairement colorées. Mes observations, étendues à une cinquantaine de familles, me permettent de donner à ce fait une très large extension. La couche protectrice commence, de bonne heure, à se différencier: ainsi, dans les graines d'*Asphodelus albus*, arrivées à peine au tiers de leur volume définitif, la huitième couche cellulaire, à partir du dehors, allonge radialement ses cellules en épaississant la paroi externe; de sorte qu'elles se présentent bientôt comme de longues tablettes compactes, ayant à la base une très petite cavité qui disparaît rapidement.

» Des formations de cette nature ne doivent plus se laisser traverser par les sucs nutritifs; par suite, elles amènent rapidement la mort des cellules qui leur sont extérieures et tendent à en déterminer la chute.

» On voit, en effet, la région tégumentaire située en dehors cesser de s'accroître dès que cette couche a atteint une certaine épaisseur; les réserves disparaissent, la paroi cellulaire se plisse, indice de la résorption du contenu; bien avant la maturité de la graine, la cavité cellulaire est entièrement vide. Les cellules mortes ne pouvant plus suivre le mouvement d'extension des parties profondes, sont comprimées, déchirées, n'adhèrent que faiblement aux tissus sous-jacents et peuvent même s'en détacher complètement.

» Or, la position de la couche protectrice est très variable, elle peut être superficielle et due seulement à une portion de l'épiderme, comme dans les *Solanum*, chez lesquels l'épaississement porte sur les parois inférieure et latérales des cellules épidermiques, et est suivi de la disparition, à maturité, de la moitié supérieure de cette paroi. Il en est de même dans la *Cuscuta*, l'*Anagallis arvensis*, le *Mirabilis Jalapa*.

» Dans les *Geranium*, les quatre premières couches cellulaires du tégument montrent, de très bonne heure, des différences marquées; la première



est formée de cellules arrondies; la seconde, de cellules étroites, allongées tangentielllement, les unes et les autres à parois minces; au contraire, dans la troisième et la quatrième couche, les cellules allongées radialement ont des parois épaisses. Au fur et à mesure que l'ovule grandit, en même temps que les deux dernières assises cellulaires épaississent leurs parois, les deux premières subissent la série des modifications indiquées plus haut; dans la graine mûre, on n'en trouve plus que des traces.

» Dans la *Malva sylvestris*, l'épaississement de la troisième assise cellulaire isole de bonne heure les deux couches superficielles; mais la première seule disparaît; la seconde, gorgée de réserves, peut épaissir ses membranes et résister à la destruction.

» Chez les Crucifères, c'est encore la troisième couche qui devient protectrice; les deux premières, desséchées et altérées, se laissent détacher sans difficulté du reste du tégument. Dans le *Thlaspi arvense*, elles se détachent spontanément, ainsi que la paroi externe des cellules sous-jacentes; de là, comme dans les *Solanum*, des inégalités à la surface de la graine.

» C'est la quatrième couche dans les *Cistus*, la cinquième dans les *Tilia* qui épaissit ses membranes; les assises extérieures ne forment plus qu'une bande mince, qui n'adhère plus à la graine que par la région chalazienne.

» Dans les Ricins, comme l'a vu A. Gris, dans les Euphorbes et les Mercuriales, dans les Asphodèles, la première couche de la graine est d'origine profonde.

» Dans l'*Hypericum perforatum*, la zone protectrice est constituée par l'épiderme interne du tégument surmonté des parois inférieure et latérales de l'assise voisine; tout le reste s'exfolie.

» Enfin c'est le tissu superficiel de l'amande qui durcit et se colore dans le *Phlox Drummondi*, la *Gentiana germanica*, la *Scabiosa arvensis*; le tégument tout entier meurt de très bonne heure et, finalement, il ne reste qu'une bande papyracée autour de l'amande. Dans le *Verbascum Thapsus*, le *Melampyrum arvense*, il ne reste, autour de l'albumen, que de vagues débris. Même dans les graines de *Scrofularia aquatica*, *Smilax aspera*, l'amande est à nu, comme elle l'est, pendant toute son évolution, chez les Santalacées et les Loranthacées.

» La formation d'une zone de protection et les phénomènes qui s'en suivent constituent un processus, très fréquent, mais paraissant n'obéir à aucune loi taxinomique. De deux plantes voisines, *Scrofularia* et *Antirrhinum*, par exemple, ou encore *Asphodelus* et *Asparagus*, l'une subira la

désintégration totale ou partielle de son tégument seminal. L'autre conserve intactes toutes les saies spermodermiques. On ne peut donc employer la structure anatomique de la graine dans la classification végétale.

« On comprend maintenant la cause du déplacement de la zone colorée dans les téguments séminaux. Les matières colorantes spermodermiques ne se forment que dans des cellules vivantes; les pigments ne sauraient se produire en dehors de la zone épaissie, là où les cellules sont de bonne heure frappées de mort; or cette zone peut occuper toutes les positions, de l'épiderme à l'amande. Les mêmes raisons font qu'on ne peut fixer des règles pour la localisation des pigments séminaux dans un même groupe végétal.

« Dans un certain nombre de graines, pourtant, il ne se forme pas de couche protectrice. Les cellules tégumentaires des ovules d'*Antirrhinum* ne se distinguent des sous-jacentes ni par leur forme ni par leur contenu: aussi peuvent elles accompagner l'ovule dans tout son développement. Dans ce cas, ce sont d'ordinaire les parties superficielles qui se colorent: l'épiderme seul (*Acanthus mollis*) ou l'épiderme et une portion du parenchyme (*Berberis*, *Diospyros*). Cependant il peut arriver que, même quand le tégument reste intact, la zone colorée appartienne aux couches profondes; le fait se produit lorsque les membranes tégumentaires sont gélifiées; dans le Lin, les *Plantago*, la coloration intéresse encore les cellules périphériques de l'amande. »

MINÉRALOGIE. — Formation du quartz par la source de Mauhourat, à Cauterets. Note de M. BRAUGRY, présentée par M. Fouqué.

« M. Daubrée a, depuis longtemps, signalé la formation de quartz calcedonique dans des pores de briques romaines à Plombières; j'ai eu récemment l'occasion de constater qu'une des nombreuses sources thermales de Cauterets, la source de Mauhourat, donne naissance à du quartz nettement cristallisé.

« Cette source coule en partie latéralement, en partie de haut en bas, sur une longueur de 4<sup>m</sup> à 5<sup>m</sup>, dans une cassure du granito dirigée sensiblement est-ouest et presque verticale. Un caniveau accolé au mur de la cassure recueille l'eau minérale, que des tuyaux conduisent aux buvettes où elle est exclusivement utilisée. La température à l'émergence varie, suivant le point où on l'observe, de 47° à 51°; le débit moyen est d'environ 40<sup>m</sup>

par vingt-quatre heures. Il résulte de l'analyse faite par MM. Byasson frères en 1871, analyse qui diffère assez notablement de l'analyse antérieure (1861) de MM. Filhol et Réveil, que cette eau est légèrement sulfureuse et renferme une assez forte proportion de silicates de soude et d'alumine, 0<sup>gr</sup>,1195 par litre, sur 0<sup>gr</sup>,2130 de résidu solide calciné au rouge sombre, ainsi que des sulfates de chaux, de soude, des chlorures de sodium, d'aluminium, de lithium, etc.

» Le quartz qui se forme constitue, sur la paroi granitique le long de laquelle coule l'eau minérale, une croûte peu adhérente qui, en certains points, atteint une épaisseur de plus de 10<sup>cm</sup>. Le quartz est généralement laiteux, parfois cependant presque hyalin; il forme des plaques irrégulières et l'on observe dans la masse des géodes où se trouvent alors des cristaux bien développés. Ces cristaux ont la forme ordinaire du prisme hexagonal pyramidé : leurs faces sont le plus souvent rugueuses, et l'on ne peut y voir les stries transversales habituelles, qui n'apparaissent que dans certains petits cristaux limpides très rares. Outre ce quartz compact, il se dépose du quartz pulvérulent qui est parfois extrêmement ténu, et l'on observe tous les intermédiaires entre ces deux termes en passant par des granules et des baguettes allongées à peine agglomérées.

» En certains points, le quartz offre les formes rhomboédriques de la calcite; il y a donc eu pseudomorphose. On trouve d'ailleurs, à une vingtaine de mètres de distance, également dans le granite, un filon de calcite, vraisemblablement dû à la même source, qui s'est ensuite déplacée et dont la composition a changé depuis qu'elle coule dans le filon quartzeux dont elle opère le remplissage.

» La densité des cristaux de quartz est de 2,65, chiffre ordinaire; on y observe des inclusions liquides à bulle mobile, extrêmement nombreuses et remarquables par leur grande dimension; le mouvement spontané des libelles est très net à un grossissement ne dépassant pas 500 diamètres.

» Le quartz est accompagné de gypse en cristaux accolés, implantés normalement à g' et formant des croûtes de quelques centimètres d'épaisseur. Ce gypse se dépose sur les points qui ne sont pas constamment lavés par l'eau thermale, qui arriverait à le dissoudre, et la cristallisation s'effectue par entraînement, molécule à molécule. Ce mode de cristallisation se présente sur d'autres sources minérales, notamment à Eaux-Bonnes, Cadiac, etc.; on trouve à la surface inférieure des dalles recouvrant les griffons de ces sources, en des points que l'eau n'atteint jamais, des cris-

taux de gypse très nets dont la formation ne peut s'expliquer différemment.

» Il se produit encore, mais en bien faible quantité, un minéral talqueux à reflet argentin, agissant vivement sur la lumière polarisée et qui recouvre parfois le quartz ou s'y trouve en inclusions entre des plaques d'orientation optique différente.

» La température à laquelle la source de Mauhourat produit le quartz est assez peu élevée pour qu'on puisse admettre que ce minéral peut se former dans des conditions analogues à la température ordinaire. Un grand nombre de filons ou de veines de quartz nous paraissent provenir de la même manière d'eaux renfermant une faible proportion de silice et circulant dans des cassures qu'elles remplissent peu à peu, en abandonnant cette silice à l'état cristallisé dans des conditions ordinaires de température et de pression. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur l'existence de roches à leucite dans l'Asie Mineure et sur quelques roches à hypersthène du Caucase.* Note de M. A. Lacroix, présentée par M. Fouqué.

« La *leucite* caractérise une famille de roches remarquables par leur composition minéralogique et par la rareté relative de leurs gisements. J'ai eu l'occasion d'étudier une collection de roches que M. Henri Martin m'a rapportée d'un voyage récent sur les bords de la mer Noire et dans le Caucase. Les roches recueillies à Trébizonde sont leucitiques et peuvent être rapportées à deux types; les échantillons du premier type sont noirs, compacts, ressemblant à du basalte; on n'y distingue à l'œil nu que deux minéraux: du pyroxène vert noirâtre et de la *leucite* en trapézoèdres transparents ne dépassant guère 1<sup>mm</sup>. Les échantillons étudiés étaient adhérents à un tuf riche en cristaux d'augite. L'examen microscopique montre que cette roche est une *leucitite*. Le second type est à rapporter à la *leucotéphrite*. Cette roche est grise, âpre au toucher; on y distingue, à l'œil nu, de très petits grains de leucite et des cristaux plus grands d'augite atteignant 1<sup>mm</sup>, 5.

- » L'examen en lames minces donne les résultats suivants :
- » *Leucitite*. — Les éléments constitutifs de la roche sont :
- » I. Olivine, pyroxène, leucite, magnétite.

» II. Leucite, augite et magnétite.

» III. Christianite.

» L'olivine et le pyroxène du premier temps se présentent en cristaux ayant toujours des formes nettes. Le pyroxène est vert jaunâtre, légèrement polychroïque. On y observe avec une grande fréquence, aussi bien que dans les microlithes, les macles en croix suivant  $o'(101)$  et  $[b' a' g'](\bar{1}22)$ . Les grands cristaux sont remarquablement zonés.

» La leucite a sa forme très nette : souvent dépourvue d'inclusions, elle est très faiblement biréfringente et il est nécessaire, pour distinguer les macles caractéristiques de ce minéral, de faire tailler la roche en lames atteignant  $0^{\text{mm}},04$  d'épaisseur. Contrairement à ce qu'on observe dans la plupart des roches à leucite, ce minéral est ici, au moins en partie, de formation postérieure au pyroxène, qu'il moule parfois. Indépendamment de ces grands cristaux de leucite, il existe dans la roche de petits cristaux qui semblent s'être produits pendant le second temps.

» Les microlithes de pyroxène forment un feutrage englobant tous les grands cristaux de la roche. La christianite épigénise la leucite.

» *Leucotéphrite*. — Cette roche, beaucoup plus acide que la précédente, ne renferme plus d'olivine. Les seuls minéraux rencontrés au premier temps sont le pyroxène, la magnétite et la leucite. Au second temps, on observe : augite, oligoclase et magnétite disséminés dans de la matière vitreuse plus ou moins abondante suivant les échantillons. Par son faciès extérieur, cette leucotéphrite ressemble beaucoup à celle du Vésuve. Un grand nombre d'échantillons sont imprégnés de *christianite*. Ce minéral se développe dans la leucite, qu'elle épigénise, dans la matière vitreuse et dans toutes les fissures, formant parfois des géodes dans lesquelles on observe de très petits cristaux rectangulaires offrant le groupement en croix de deux cristaux de la forme  $p(001)$ ,  $g'(010)$ ,  $h'(100)$ , maclés suivant  $p(001)$ .

» Les roches du Caucase que m'a remises M. Martin ont été recueillies par lui aux environs de Batoum et à l'ouest de Tiflis, près de Borjom, dans la vallée de la Koura et dans les torrents qui s'y jettent (en particulier près du village de l'Abas Touman). Les roches des environs de Batoum sont spécialement formées par des trachytes et des andésites associés à des obsidiennes renfermant de l'oligoclase et du pyroxène, disséminés dans une matière vitreuse qui présente parfois une biréfringence notable

due à des phénomènes de trempe. Il existe également des tufs calcaires renfermant des fragments des roches précédentes.

» Les roches des environs de Borjom sont extrêmement variées (limburgites, basaltes, labradorites, andésites, trachytes).

» Les andésites et les trachytes méritent une mention spéciale : ils sont très vitreux, pauvres en microlithes feldspathiques du second temps de consolidation, riches au contraire pour la plupart en grands cristaux constitués par de l'oligoclase, de la biotite, de l'hypersthène, de l'augite et de la hornblende : ces différents silicates ferromagnésiens pouvant se trouver ensemble ou former des associations qui permettent d'établir des variétés dans ces trachytes et ces andésites.

» Les cristaux d'hypersthène, à formes généralement distinctes, sont parfois engainés dans un cristal de hornblende. Ils sont souvent entourés, de même que l'amphibole, par une zone ferrugineuse brune.

» L'amphibole hornblende est d'un rouge brun foncé et possède un polychroïsme intense, identique comme teinte, comme direction et intensité, à celui de la biotite de la roche. Sa biréfringence atteint 0,06; son angle d'extinction dans  $g^1$  (010) est voisin de 0°.

» Le mica noir est remarquable par l'écartement de ses axes ( $2E = 40^\circ$  environ). »

MINÉRALOGIE. — *De la composition de quelques craies pseudo-dolomitiques du nord de la France.* Note de M. L. CAYEUX, présentée par M. Berthelot.

« D'Archiac, Graves, Buteux et M. N. de Mercey ont considéré comme magnésiennes des craies d'un jaune brun ou clair, à texture terreuse ou compacte et souvent mouchetée de manganèse, signalées dans l'Aisne, les Ardennes, l'Oise et la Somme, en un grand nombre de points. Ces craies se présentent, d'après M. de Mercey, tantôt dans le niveau à *Micraster-cor-anguinum*, tantôt dans le niveau à *Belemnitella quadrata* et *mucronata*. Aux confins des départements du Nord et de l'Aisne, le long de l'Escaut, j'ai constaté cette même craie jaune et dure dans la zone à *Micraster breviporus* et tout à fait à la base de la zone à *Micraster-cor-testudinarium*.

» La composition chimique de ces craies était loin d'être connue. Delanoue n'a trouvé que des traces de magnésie dans la craie de Ham, et

M. Ch. Barrois a cité une analyse de la craie à durillons de Bannogne (Ardennes), où le carbonate de magnésie n'atteint que 0,41 pour 100. Je suis arrivé aux mêmes résultats pour les craies de Vendhuile et Landifayt (Aisne), Eclusier-Vaux et Villers-Carbonnel (Somme), dont la teneur en dolomie est moindre que 1 pour 100.

» Mes recherches personnelles, exécutées au laboratoire de Chimie de M. Buisine, m'ont de plus permis de déterminer la cause de la coloration et de l'endurcissement de ces craies. Un élément important, qui a jusqu'ici échappé aux observateurs qui ont étudié la craie dite *magnésienne* et que l'analyse chimique m'a révélé, c'est le phosphate de chaux qui, dans les échantillons de grande dureté, atteint quelquefois 60 pour 100. Dans la craie jaune des localités précitées, on le trouve en grains microscopiques très irréguliers, transparents en lumière naturelle et sans action sur la lumière polarisée. Ces grains, peu abondants dans les parties tendres, s'enchevêtrent, en se concentrant, dans les parties compactes, où ils dominent.

» Il en résulte que c'est le phosphate, et non la magnésie, qui communique à la craie jaune son aspect dolomitique et sa compacité. »

M. CORNEVIN adresse une Note relative à l'influence du changement de milieu sur la répartition des sexes.

M. DELAUBIER adresse un projet de bateau-cloche, dit *amphibie*.

La séance est levée à 4 heures.

J. B.

---

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

---

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 3 FÉVRIER 1890.

(Suite.)

*Archives italiennes de Biologie. Revues, résumés, reproductions des travaux scientifiques italiens*, sous la direction de A. Mosso. Tome XII, fasc. III. Turin, Hermann Lœscher, 1889; br. gr. in-8°.

*Matériaux pour l'histoire primitive et naturelle de l'homme ; par CARTAILHAC et CHANTRE. XXII<sup>e</sup> vol., 3<sup>e</sup> série, tome V, 1888. Paris, Ch. Reinwald, 1888 : br. gr. in-8°. (Présenté par M. de Quatrefages.)*

*Memorie della Società degli spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per cura del prof. P. TACCHINI. Roma, tipografia eredi Botta ; br. in-4°.*

*Pubblicazioni del real osservatorio di Palermo. Anni 1884-1888. vol. IV. Prof. A. RICCO reggente la direzione. Palermo, Michele Amenta. 1889 : 1 vol. in-4°.*

*Universidad literaria de Zaragoza. Memoria del curso de 1884 à 1887. Zaragoza, C. Ariño ; 3 vol. in-4°.*

*Report of the Iowa Weather Service (1878-1887) ; by D<sup>r</sup> GUSTAVUS HINRICHS, director. Des Moines, Iowa ; Geo. E. Roberts, 1889 ; 8 br. et 3 vol. in-8°.*

*Archæology of Ohio ; by M. C. READ. (Published by the Western reserve historical Society.) Cleveland, Ohio ; 1 vol. in-8°.*

*The origin of civilisation and primitive condition of man ; by Sir JOHN LUBBOCK. London, Longmans, Green and C<sup>o</sup>, 1889 ; 1 vol. gr. in-8°.*

*Annual Report of the geological Survey of Pennsylvania for 1887. Harrisburg, 1889 ; 1 vol. in-8°.*

*A Dictionary of the fossils of Pennsylvania and neighboring States named in the Reports and Catalogues of the Survey. Harrisburg, published by the Board of Commissioners for the geological Survey, 1889 ; 1 vol. gr. in-8°.*

*United States Commission of fish and fisheries. Part XIV. Report of the commissioner for 1886. Washington, Government printing Office, 1889 ; 1 vol. gr. in-8°.*

*Astronomische Beobachtungen an der K. K. Sternwarte zu Prag in den Jahren 1885, 1886 und 1887, enthaltend originale Zeichnungen des Mondes ; von Prof. D<sup>r</sup> L. WEINEK. Prag, 1890 ; 1 vol. in-4°.*

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 10 FÉVRIER 1890.

*Archives de Médecine et de Pharmacie militaires, publiées par ordre du Ministre de la Guerre. Tomes XII et XIII. Paris, Victor Rozier, 1888-1889 ; 2 vol. in-8°.*

*Les agents provocateurs de l'hystérie ; par GEORGES GUINON. Paris, A. Delahaye et Lecrosnier, 1889 ; 1 vol. in-4°. (Renvoyé au concours du prix Lallemand.)*

*Maladies de l'appareil digestif ; par L. BAUMEL. Montpellier, Camille Cou-*



let; Paris, Delahaye et Lecrosnier, 1888-1889; 2 vol. gr. in-8°. (Renvoyé au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

*Annuaire statistique de la France*. Douzième année, 1889. (Ministère du Commerce, de l'Industrie et des Colonies.) Nancy, Berger-Levrault et C<sup>ie</sup>, 1889; 1 vol. in-4°.

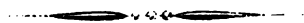
*Recherches cliniques et expérimentales sur l'antiseptie médicale; par le Dr Z. PETRESCO*. Jassy, Imprimerie nationale, 1889; br. in-4°.

G. VADALA-PAPALE. — *Dati psicologici nella dottrina giuridica e sociale di G.-B. Vico*. Roma, Fratelli Bocca editori, 1889; 1 vol. in-8°.

*Anales de la Sociedad Argentina*. Buenos Aires, Pablo E. Coni é Hijos; br. gr. in-8°.

*The proceedings of the Linnean Society of New South Wales*. Second series, Vol. III, Part the third and Part the second. Sydney, F. Cunningham and C<sup>o</sup>, 1888; 2 vol. gr. in-8°.

*Report of the Commissioner of education for the year 1887-1888*. Washington, Government printing Office, 1889; 1 vol. gr. in-8°.





# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

### DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 FÉVRIER 1890,

PRÉSIDENTE DE M. HERMITE.

#### MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observations des petites planètes, faites au grand instrument méridien et au cercle méridien du Jardin de l'observatoire de Paris, pendant les trois premiers trimestres de l'année 1889.* Communiquées par M. MOUCHEZ.

| Dates.<br>1889. | Temps moyen<br>de Paris.                          | Ascension<br>droite.                                | Correction<br>de<br>l'éphémér. | Distance<br>polaire. | Correction<br>de<br>l'éphémér. |
|-----------------|---|---|--------------------------------|----------------------|--------------------------------|
| (181) EUCHARIS. |   |   |                                |                      |                                |
| Mars 4.....     | <sup>h</sup> 10. <sup>m</sup> 41. <sup>s</sup> 42 | <sup>h</sup> 9. <sup>m</sup> 33. <sup>s</sup> 11,11 | »                              | 73° 5' 54,8 (1)      | »                              |

(1) Observation douteuse.

| Dates<br>1927.        | Temps moyen<br>de Paris. | Azimuth<br>droite. | Correction<br>de<br>l'éphémér. | Distance<br>polaire. | Écart<br>de<br>l'éphémér. |
|-----------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------------|----------------------|---------------------------|
| (26) ECKHART (?).     |                          |                    |                                |                      |                           |
| Mars 6.....           | 9. 3.35 <sup>1</sup>     | 8. 2.41.09         | λ                              | 42. 8.29.7           | λ                         |
| (164) BERTHA.         |                          |                    |                                |                      |                           |
| Mars 23.....          | 11.20.33                 | 11.27. 2,49        | λ                              | 60.43. 5,4           | λ                         |
| 25.....               | 11.19.53                 | 11.25.13,99        | λ                              | 60.48.13.8           | λ                         |
| (12) VICTORIA.        |                          |                    |                                |                      |                           |
| Juin 14.....          | 14.28.39                 | 20. 2.54,16        | - 0,19                         | 98.13. 8,7           | - 9,1                     |
| 21.....               | 13.59.14                 | 20. 0.59,72        | - 0,12                         | 97.10.51.4           | - 6,5                     |
| 23.....               | 23.50.32                 | 20. 0. 9,11        | - 0,19                         | 96.54.27.8           | - 8,2                     |
| 25.....               | 13.41.43                 | 19.59.11,69        | - 0,05                         | 96.38.50.0           | - 8,4                     |
| 29.....               | 13.23.43                 | 19.56.55,85        | - 0,12                         | 96.10. 0,8           | - 7,7                     |
| Juill. 2.....         | 13. 9.59                 | 19.54.58,45        | - 0,15                         | 95.50.41.7           | - 7,5                     |
| 2 <sup>(2)</sup> .... | 13. 9.58                 | 19.54.58,25        | - 0,05                         | 95.50.41,1           | - 8,1                     |
| 3.....                | 13. 5.21                 | 19.54.16,33        | - 0,10                         | 95.44.43,3           | - 7,4                     |
| 3 <sup>(2)</sup> ...  | 13. 5.21                 | 19.54.16,53        | + 0,10                         | 95.44.41,9           | - 8,8                     |
| 5.....                | 12.56. 2                 | 19.52.49,10        | - 0,11                         | 95.33.29,9           | - 7,5                     |
| 5 <sup>(2)</sup> ...  | 12.56. 2                 | 19.52.49,41        | + 0,20                         | 95.33.28,9           | - 8,5                     |
| 6.....                | 12.51.21                 | 19.52. 4,17        | - 0,15                         | 95.28.15,5           | - 7,6                     |
| 6 <sup>(2)</sup> ...  | 12.51.21                 | 19.52. 4,24        | - 0,22                         | 95.28.15,5           | - 7,6                     |
| 12.....               | 12.22.59                 | 19.47.16,42        | + 0,24                         | 95. 2.10,8           | - 8,8                     |
| 12 <sup>(2)</sup> ... | 12.22.59                 | 19.47.16,29        | + 0,11                         | 95. 2.12,1           | - 7,5                     |
| 17.....               | 11.59. 8                 | 19.43. 4,22        | - 0,03                         | 94.47.44,1           | - 7,9                     |
| 17 <sup>(2)</sup> ... | 11.59. 8                 | 19.43. 4,27        | + 0,08                         | 94.47.45,2           | - 6,8                     |
| 29.....               | 11. 2.24                 | 19.33.29,63        | - 0,08                         | 94.39.56,4           | - 4,5                     |
| 29 <sup>(2)</sup> ... | 11. 2.24                 | 19.33.29,69        | + 0,14                         | 94.39.53,9           | - 7,0                     |
| 30.....               | 10.57.46                 | 19.32.47,52        | + 0,06                         | 94.40.52,0           | - 5,7                     |
| 30 <sup>(2)</sup> ... | 10.57.46                 | 19.32.47,64        | + 0,18                         | 94.40.51,4           | - 6,3                     |
| 31.....               | 10.53. 9                 | 19.32. 6,69        | + 0,00                         | 94.42. 3,0           | - 4,9                     |
| 31 <sup>(2)</sup> ... | 10.53. 9                 | 19.32. 6,71        | + 0,02                         | 94.42. 2,2           | - 5,7                     |
| Août 2.....           | 10.44. 0                 | 19.30.49,58        | + 0,16                         | 94.45. 1,4           | - 5,6                     |
| 2 <sup>(2)</sup> ...  | 10.44. 0                 | 19.30.49,53        | + 0,11                         | 94.45. 0,6           | - 6,4                     |
| 3 <sup>(2)</sup> ...  | 10.39.28                 | 19.30.13,18        | + 0,10                         | 94.46.49,6           | - 5,6                     |

(1) On n'a pu s'assurer si l'astre observé est bien la planète.

(2) Observations faites au cercle méridien du Jardin.

(3) Observation douteuse.

| Dates,<br>1889.           | Temps moyen<br>de Paris.  | Ascension<br>droite.        | Correction<br>de<br>l'éphémér. | Distance<br>polaire. | Correction<br>de<br>l'éphémér. |
|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------|----------------------|--------------------------------|
| (12) VICTORIA (suite).    |                           |                             |                                |                      |                                |
| Août 7 <sup>(1)</sup> ... | 10.21.36 <sup>h m s</sup> | 19.28.4,54 <sup>h m s</sup> | + 0,01                         | 94.55.55,5           | - 5,0                          |
| 10.....                   | 10. 8.32                  | 19.26.47,57                 | + 0,35                         | 95. 4.31,5           | - 3,9                          |
| 10 <sup>(1)</sup> ...     | 10. 8.32                  | 19.26.47,27                 | + 0,05                         | 95. 4.31,5           | - 3,9                          |
| 13 <sup>(1)</sup> ...     | 9.55.44                   | 19.25.47,56                 | + 0,04                         | 95.14.23,8           | - 4,0                          |
| 16.....                   | 9.43.16                   | 19.25. 6,56                 | + 0,26                         | 95.25.20,6           | - 5,0                          |
| 22.....                   | 9.19.16                   | 19.24.42,00                 | + 0,15                         | 95.49.47,0           | - 3,5                          |
| 26.....                   | 9. 4. 0                   | 19.25.10,07                 | + 0,23                         | 96. 7.15,3           | - 3,3                          |
| 28.....                   | 8.56.35                   | 19.25.37,31                 | + 0,09                         | 96.16.11,0           | - 2,6                          |
| 29.....                   | 8.52.57                   | 19.25.54,35                 | + 0,10                         | 96.20.39,3           | - 3,2                          |
| (5) ASTRÉE.               |                           |                             |                                |                      |                                |
| Juill. 2.....             | 12.53.26                  | 19.38.23,53                 | + 4,99                         | 107.13.42,5          | +48,4                          |
| (45) EUGÈNE.              |                           |                             |                                |                      |                                |
| Août 17.....              | 11.36.35                  | 21.22.41,07                 | - 2,18                         | 104. 2.28,0          | +11,0                          |
| 22.....                   | 11.13. 2                  | 21.18.47,29                 | - 2,02                         | 104.33.55,2          | +13,1                          |
| 26.....                   | 10.54.23                  | 21.15.51,09                 | - 2,11                         | 104.57.55,9          | +11,4                          |
| 27.....                   | 10.49.45                  | 21.15. 9,21                 | - 1,96                         | 105. 3.47,0          | +13,5                          |
| 28.....                   | 10.45. 8                  | 21.14.28,02                 | - 2,01                         | 105. 9.29,8          | +12,5                          |
| 29.....                   | 10.40.32                  | 21.13.47,71                 | - 2,11                         | 105.15. 8,5          | +12,8                          |
| 30.....                   | 10.35.57                  | 21.13. 8,25                 | - 2,37                         | 105.20.40,3          | +11,8                          |
| Sept. 2.....              | 10.22.18                  | 21.11.17,09                 | - 2,29                         | 105.36.43,5          | +12,7                          |
| (37) FIDÈS.               |                           |                             |                                |                      |                                |
| Août 17.....              | 11.42.15                  | 21.28.22,18                 | »                              | 108.44.56,9          | »                              |
| 22.....                   | 11.17.59                  | 21.23.45,21                 | »                              | 109. 1.13,1          | »                              |
| 26.....                   | 10.58.43                  | 21.20.11,97                 | »                              | 109.12.39,8          | »                              |
| 27.....                   | 10.53.56                  | 21.19.20,37                 | »                              | 109.15.16,2          | »                              |
| 28.....                   | 10.49. 9                  | 21.18.29,50                 | »                              | 109.17.47,1          | »                              |
| 29.....                   | 10.44.23                  | 21.17.39,51                 | »                              | 109.20.10,9          | »                              |
| 31.....                   | 10.34.55                  | 21.16. 2,53                 | »                              | 109.24.38,6          | »                              |

(1) Observation douteuse.

| Dates.<br>1889.  | Temps moyen<br>de Paris.  | Ascension<br>droite.         | Correction<br>de<br>l'éphémér. | Distance<br>polaire.         | Correction<br>de<br>l'éphémér. |
|------------------|---------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| (11) PARTHÉNOPE. |                           |                              |                                |                              |                                |
| Août 22.....     | 11.30.34 <sup>h m s</sup> | 21.36.21,53 <sup>h m s</sup> | + 1,79 <sup>s</sup>            | 107.18. 7,4 <sup>° ' "</sup> | — 3,5 <sup>"</sup>             |
| 26.....          | 11.11.37                  | 21.33. 7,95                  | + 1,95                         | 107.43. 6,6                  | — 5,1                          |
| 27.....          | 11. 6.54                  | 21.32.21,15                  | + 1,65                         | "                            | "                              |
| 28.....          | 11. 2.13                  | 21.31.35,56                  | + 1,62                         | 107.54.50,2                  | — 4,7                          |
| 29.....          | 10.57.33                  | 21.30.51,15                  | + 1,79                         | 108. 0.28,8                  | — 4,8                          |
| 31.....          | 10.48.15                  | 21.29.25,31                  | + 1,80                         | 108.11.18,1                  | — 5,0                          |

|                 |          |             |   |            |   |
|-----------------|----------|-------------|---|------------|---|
| (241) GERMANIA. |          |             |   |            |   |
| Août 22.....    | 11.46.23 | 21.52.13,63 | » | 95.11.50,7 | » |
| 26.....         | 11.27.34 | 21.49. 7,54 | » | 95.24.56,9 | » |
| 27.....         | 11.22.52 | 21.48.21,49 | » | 95.28.17,0 | » |
| 28.....         | 11.18.11 | 21.47.36,15 | » | 95.31.42,5 | » |
| 29.....         | 11.13.30 | 21.46.51,31 | » | 95.35. 9,1 | » |
| 30.....         | 11. 8.51 | 21.46. 7,26 | » | 95.38.36,6 | » |
| 31.....         | 11. 4.11 | 21.45.23,60 | » | 95.42. 5,1 | » |
| Sept. 2.....    | 10.54.54 | 21.43.58,30 | » | »          | » |

|              |          |             |        |             |       |
|--------------|----------|-------------|--------|-------------|-------|
| (6) HÉBÉ.    |          |             |        |             |       |
| Août 30..... | 11.30.36 | 22. 7.56,38 | + 1,57 | 109. 5. 9,8 | + 0,3 |

» Les comparaisons de Victoria se rapportent à l'éphéméride publiée par M. D. Gill, celles d'Astrée et de Flore aux éphémérides données dans le n° 2895 des *Astronomische Nachrichten*, celles de Parthénope et d'Hébé aux éphémérides du n° 2910 du même Recueil, et enfin celles d'Eugénie à l'éphéméride du *Berliner Jahrbuch*.

» La valeur adoptée pour la parallaxe du Soleil est celle de la *Connaissance des Temps*, soit 8",86.

» Les observations du grand instrument méridien ont été faites : le 14 juin par M. Hamy; les 12, 17 juillet et 16 août par M. F. Boquet; les 29, 30, 31 juillet, 2 et 10 août par M. Barré; toutes les autres par M. Callandreau.

» Les observations au cercle méridien du Jardin ont été faites exclusivement par M. Henri Renan. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur les mouvements des planètes, en supposant l'attraction représentée par l'une des lois électrodynamiques de Gauss ou de Weber.* Note de M. F. TISSERAND.

« On peut se demander ce qui arriverait si les mouvements des astres de notre système planétaire étaient gouvernés, non par la loi de Newton, mais par l'une de celles proposées en Électrodynamique par Gauss et Weber,

$$R_g = \frac{fmm'}{r^2} \left[ 1 + \frac{1}{h^2} \left( 2u^2 - 3 \frac{dr^2}{dt^2} \right) \right],$$

$$R_w = \frac{fmm'}{r^2} \left[ 1 + \frac{1}{h^2} \left( 2r \frac{d^2r}{dt^2} - \frac{dr^2}{dt^2} \right) \right].$$

» La force qui s'exerce entre deux molécules M et M', de masses  $m$  et  $m'$ , est supposée agir suivant la droite MM';  $r$  désigne la distance MM',  $u$  la vitesse relative des deux molécules,  $R_g$  ou  $R_w$  l'intensité de la force. La constante  $h$ , qui représente une vitesse, est très grande par rapport à  $u$ ; si elle pouvait être regardée comme infinie, on rentrerait dans la loi de Newton.

» J'ai examiné la question autrefois pour  $R_w$  (*Comptes rendus*, 30 septembre 1872), et j'ai été conduit aux résultats suivants :

» La substitution de la loi de Weber à celle de Newton, quand on donne à  $h$  des valeurs comparables à la vitesse de la lumière, ne produit dans les éléments elliptiques des planètes que des inégalités périodiques insensibles. La longitude du périhélie fait exception; elle contient un terme séculaire, dont l'expression est

$$\delta\omega_w = \frac{f\mu}{ah^2} nt \left( 1 + \frac{3}{2}e^2 + \dots \right) = \frac{(f\mu)^{\frac{3}{2}}}{a^{\frac{5}{2}}h^2} t \left( 1 + \frac{3}{2}e^2 + \dots \right);$$

elle est d'autant plus sensible que la planète est plus rapprochée du Soleil (on a représenté par  $a$ ,  $e$ ,  $n$ ,  $\mu$ , le demi grand axe, l'excentricité, le moyen mouvement et la somme des masses de la planète et du Soleil). Si l'on suppose  $h$  égal à la vitesse de la lumière, 300000<sup>km</sup> à la seconde, on trouve que, dans l'hypothèse de la loi de Weber, le grand axe de l'orbite de Mercure tournerait dans le sens direct de 14",4 en un siècle. Pour Vénus, la variation serait seulement de 3",0, et ne pourrait avoir d'effet appré-

ciable pendant plusieurs siècles, en raison de la faible excentricité de Vénus. La longitude moyenne de l'époque,  $\epsilon$ , est aussi affectée d'un petit terme séculaire qui contient  $e^2$  en facteur et n'aura d'ailleurs pour conséquence, comme on sait, que d'altérer très peu le moyen mouvement, ou plutôt la valeur théorique de  $a$  qui aurait lieu sans les perturbations.

» En lisant le bel Ouvrage de M. Bertrand *Sur la Théorie mathématique de l'Électricité*, où les formules électrodynamiques proposées par Gauss et Weber sont comparées l'une à l'autre, j'ai été conduit à faire pour la première le calcul que j'avais donné antérieurement pour la seconde, et j'ai trouvé sans peine, en appliquant les formules connues de la variation des constantes arbitraires,

$$\delta\omega_g = \frac{2f\mu}{ah^2} nt(1 - e^2 \dots).$$

» On voit que le déplacement du périhélie, pour un temps donné, est sensiblement le double de ce qu'il était dans la loi de Weber. On obtient ainsi pour Mercure, en un siècle, avec la valeur de  $h$  adoptée précédemment,

$$\delta\omega_g = + 28'', 2.$$

» Le Verrier a trouvé que l'attraction des planètes doit faire tourner dans le sens direct le périhélie de Mercure de  $527''$  en un siècle: la discussion de l'ensemble des observations de la planète, et surtout de ses passages sur le disque du Soleil, lui a montré que le mouvement réel est plus grand de  $38''$ . Cet excédent est très certain, en raison de la grande excentricité de Mercure; il a été confirmé, d'ailleurs, par les recherches récentes de M. Newcomb. D'autre part, il est impossible de l'obtenir par des changements dans les masses perturbatrices, sans introduire des désaccords intolérables dans les théories des autres planètes.

» C'est ainsi que Le Verrier a été conduit à l'hypothèse d'une planète intra-mercurielle, hypothèse qu'on a pu croire un moment pleinement réalisée. Mais, la masse de cette planète devant être relativement assez grande, on n'aurait pas manqué de la revoir dans les éclipses totales de Soleil observées avec tant de soin durant les vingt dernières années. A défaut d'une planète unique, on peut encore admettre à la rigueur qu'il existe entre Mercure et le Soleil un anneau de corpuscules analogue à l'anneau des astéroïdes compris entre Mars et Jupiter. La question reste ouverte, sans être résolue. Il est curieux de remarquer que la loi de Gauss



expliquerait les  $\frac{3}{4}$  de l'excédent dont il s'agit (<sup>1</sup>), sans d'ailleurs troubler d'une façon appréciable l'accord réalisé par la loi de Newton dans la théorie des mouvements célestes. Je me borne à signaler cette coïncidence, sans prétendre en rien que la loi de Gauss soit la véritable.

» L'élément  $\epsilon$  a une inégalité séculaire,

$$+ \frac{4f\mu}{ah^2} nt(1 + \frac{1}{2}e^2 + \dots),$$

beaucoup plus notable que dans la loi de Weber, mais qui ne saurait néanmoins avoir d'effet sensible, pour la raison déjà indiquée. »

GÉOMÉTRIE. — *Écrit posthume de Descartes sur les polyèdres.*

Note de M. DE JONQUIÈRES.

« A l'appui de la priorité effective de Descartes dans la découverte de la relation  $S + F = A + 2$ , j'apporte une nouvelle preuve, tirée de son écrit posthume et plus décisive encore que la première que j'en ai donnée (<sup>2</sup>); car elle démontre que Descartes, non seulement a connu et employé cette formule, comme je l'ai dit, mais de plus *qu'il l'a énoncée explicitement*; ce que je n'avais pas d'abord remarqué.

» Dans le premier alinéa de la page 218 du tome II des *Œuvres inédites*, après avoir rappelé la formule (déjà citée par moi)  $\Sigma = 4S - 8$ , et donné (pour le cas où toutes les faces du polyèdre sont triangulaires ou ont été toutes partagées en triangles par des diagonales issues d'un même sommet dans chacune d'elles) les deux formules  $F' = 2S - 4$  et  $N = 6S - 12$ , où  $F'$  est le nombre des triangles et  $N$  le nombre total des angles plans formés par cette subdivision, Descartes ajoute (ligne 14) :

» Numerus verorum angulorum planorum est  $2F + 2S - 4$  (<sup>3</sup>), qui non debet esse major quam  $6S - 12$  . . . ,

(<sup>1</sup>) Elle l'expliquerait complètement si l'on donnait à  $h$  une valeur égale aux  $\frac{6}{7}$  de la vitesse de la lumière.

(<sup>2</sup>) *Comptes rendus*, t. CX, p. 261.

(<sup>3</sup>) Descartes écrit  $\alpha$  au lieu de  $S$ , et  $\varphi$  au lieu de  $F$ ; j'ai substitué les lettres adoptées aujourd'hui, afin de faire mieux ressortir l'identité des formules. La phrase se termine, dans le texte, par quelques mots, dont les premiers *sed si minor est* doivent être conservés, mais dont les derniers ont été altérés et signifient que, si le nombre  $B$

c'est-à-dire :

» Le nombre (B) des angles plans effectifs du polyèdre est égal à  $2(F - S - 2)$ , nombre qui ne saurait excéder  $6S - 12$ .

» Le mot *verorum* (effectifs) est mis ici pour marquer qu'il ne s'agit plus des angles éventuels ou additionnels, introduits par la subdivision des faces en triangles, mais bien des angles mêmes de ces faces, telles qu'elles sont.

» Descartes ayant prouvé (p. 217) que  $B = 2A$ , la proposition précédente se traduit immédiatement par la formule

$$2A = 2(F - S - 2) :$$

c'est la relation d'Euler, explicitement exprimée.

» Outre les applications que Descartes fait implicitement de cette relation à des exemples numériques (p. 220 et 222) que j'ai mentionnés (<sup>1</sup>), en voici une autre très caractéristique, qui pourrait à son tour servir de preuve. On lit au premier alinéa de la page 217 (je traduis à partir de la ligne 9) :

» Connaissant le nombre des angles plans (B) et celui des faces (F) d'un polyèdre, si l'on avait égard à ces seules données, on en déduirait aisément les modes possibles de répartition de ces angles entre les faces : par exemple, si les données sont 5 faces et 18 angles plans, on *pourrait* avoir 2 faces triangulaires et 3 quadrangulaires, ou bien 3 faces triangulaires, 1 quadrangulaire et 1 pentagonale, ou enfin 1 face triangulaire et 1 hexagonale. *Mais comme ce même solide possède nécessairement 6 sommets* (sed quia in eodem corpore sunt 6 anguli solidi), la première de ces trois combinaisons est seule compatible avec l'existence du polyèdre.

» Il est clair, d'après le membre de phrase souligné par moi dans la traduction (aussi bien dans la forme que dans le fond), que Descartes introduit le nombre 6 comme étant la conséquence nécessaire d'un *principe* connu (<sup>2</sup>), et non comme le résultat fortuit des données numériques qui

est moindre que  $6S - 12$ , la somme  $\Sigma$  des *valeurs* des angles des faces est exprimée par  $4S - 8$ , l'angle droit servant d'unité ainsi qu'il a été dit plus haut. Le texte dit : *expressus erit + 4x - 8 - 12*; ce qui est manifestement une faute de copie; il faut lire : *4x - 8 angulis rectis*.

(<sup>1</sup>) *Comptes rendus, loc. cit.*, p. 265.

(<sup>2</sup>) Descartes ne croit pas utile de l'énoncer à cette place, soit parce qu'il résulte de ce qui a déjà été dit dans les pages précédentes, ainsi que je l'ai prouvé dans ma précédente Communication, soit parce qu'il va l'énoncer explicitement à la page suivante, comme je viens de le démontrer dans celle-ci.

se présentent; et ce principe ne peut être que la relation  $F + S = A + 2$ , qui donne effectivement ici  $S = 6$ , puisque  $F = 5$  et  $2A = 18$ .

» Enfin, à la page 215, où il s'agit de démontrer qu'il ne peut exister que cinq polyèdres réguliers convexes, Descartes donne comme conditions à remplir par les nombres  $F$  et  $S$ , que les deux divisions  $\frac{2S-4}{F}$  et  $\frac{2F-4}{S}$  puissent se faire exactement. Or il est aisé de voir que ces deux conditions symétriques découlent de la double égalité, qui se présente dans les polyèdres réguliers,  $2A = nF = mS$  ( $n$  et  $m$  étant des nombres entiers), si l'on y fait usage, pour éliminer  $A$ , de la relation  $F + S = A + 2$ .

» Après la preuve explicite fournie plus haut, ces dernières confirmations n'étaient pas nécessaires assurément, mais elles m'ont paru utiles pour faire mieux connaître l'écrit de Descartes et les applications qu'il a faites de ladite relation.

» En résumé, Descartes ayant la priorité *en fait*, bien qu'elle ne lui revienne pas *en droit*, puisqu'il n'a pas celle de la publication, il est équitable d'associer désormais son nom à celui d'Euler, et d'appeler *relation d'Euler et de Descartes* la formule  $F + S = A + 2$ . »

**M. A. LEDIEU** fait hommage à l'Académie du tome II et dernier du *Nouveau matériel naval*, qu'il a publié en collaboration avec **M. E. CADIAU**.

« Ce Volume renferme : le lancement et les explosions des torpilles Whitehead ; les différents types des autres torpilles automobiles ; les torpilleurs et les bateaux sous-marins ; la grosse et la petite artillerie navale la plus récemment adoptée dans les diverses marines ; les appareils de sondage, de sillage et de signaux ; la télégraphie optique ; les machines à production de chaud et de froid ; la navigation aérienne complète, et l'aviation ; les pigeons voyageurs ; l'étude technique des guerres maritimes modernes ; la constitution des flottes actuelles ; les formes, les utilisations et les résistances des divers types de navires présentement en usage. »

## MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur une nouvelle plante reviviscente.*

Note de M. ED. BUREAU.

« Dans les premiers jours du mois, mon Collègue M. de Quatrefages eut l'obligeance de me remettre deux petites touffes d'une Fougère desséchée, qui lui étaient envoyées des États-Unis par M. Le Métayer de Guichainville. Son correspondant lui écrivait que cette plante était une espèce inconnue, douée de propriétés hygrométriques analogues à celles de la *Rose de Jéricho* :

1. On la trouve, disait-il, dans l'Arkansas; elle se propage dans les bas-fonds et pousse plus particulièrement sur les écorces du Bouleau jaune en décomposition. Au bout de huit heures au plus d'immersion dans l'eau, cette Fougère, remarquable et bizarre, reprend sa splendide verdure. On la retire ensuite, et, tenue dans un lieu sec, il est facile de toujours recommencer l'expérience avec le même succès.

» En effet, un troisième échantillon, aussi sec que les deux autres, avait été, aussitôt l'arrivée, plongé dans l'eau par M. de Quatrefages, qui me le montra, le lendemain, étalé, reverdi et aussi vivant que si l'on venait de le cueillir.

» Contrairement à l'opinion de M. de Guichainville, cette espèce de Fougère n'est pas nouvelle. C'est le *Polypodium incanum* Pluck., assez répandu dans l'Amérique du Nord; mais, si l'espèce est connue, elle n'avait pas encore, que je sache, été signalée comme reviviscente; car, à n'en pouvoir douter, c'était bien du phénomène de la reviviscence qu'il s'agissait, et non du changement, par hydratation, de la forme d'une plante morte, comme cela a lieu pour la *Rose de Jéricho*.

» J'ignore depuis combien de temps exactement les plantes étaient arrachées; mais, à en juger d'après l'aspect des fructifications qu'elles portent, elles avaient dû être cueillies dans le courant de l'été. La perte de la plus grande partie de l'eau qu'elles contenaient, au lieu de les tuer, les avait simplement fait passer à un état de vie latente, assez comparable à la vie des graines. Une expérience tout indiquée était d'augmenter artificiellement cette perte d'humidité, et de chercher, comme on l'a fait autrefois pour les

Rotifères, jusqu'à quel point on peut dessécher, sans le tuer, ce végétal d'une organisation assez élevée et très complexe.

» Je n'avais, comme je l'ai dit, que deux échantillons. Le 5 février, avec le concours obligeant de M. Arnaud, je plaçai le plus gros, un vieux pied, dans une étuve bien ventilée du laboratoire de Chimie organique du Muséum. Il pesait 8<sup>gr</sup>,528. La température était à 33°. Le 6 février, ce pied pesait 6<sup>gr</sup>,023. La température fut portée à 40°. Le 11, la plante pesait 5<sup>gr</sup>,957; le 12, 5<sup>gr</sup>,920. La température fut alors élevée jusqu'à 55°, et le 12 le poids de la plante était tombé à 5<sup>gr</sup>,848. Le 14, à cette même température, il semblait que le poids eût un peu augmenté; mais c'était une simple apparence, tenant à ce qu'une demi-minute peut-être s'était écoulée entre la sortie de l'étuve et la pesée. Les pesées doivent être faites très promptement. La plante desséchée absorbe l'humidité atmosphérique avec une telle rapidité que son poids augmente à vue d'œil. En somme, l'échantillon, déjà très sec, a perdu en dix jours 0<sup>gr</sup>,680. Laissé dans la cage de la balance, en présence de la chaux vive, de 11<sup>h</sup> du matin à 6<sup>h</sup> du soir, il a augmenté de poids de 0<sup>gr</sup>,285.

» L'autre pied, plus jeune et plus petit, pesait 2<sup>gr</sup>,380. Il fut mis le même jour, 5 février, sous la cloche de la machine pneumatique, en présence d'acide sulfurique concentré, et on le maintint dans le vide, autant que possible, jusqu'au 15, c'est-à-dire aussi pendant dix jours. Il pesait alors 2<sup>gr</sup>,157, et avait perdu par conséquent 0<sup>gr</sup>,223.

» Les deux échantillons étaient alors d'un gris brun, à peine verdâtre. Celui qui avait passé à l'étuve était cependant un peu plus foncé. Ils étaient tellement secs que leur fragilité était extrême. Beaucoup de frondes, même âgées, affectaient une courbure en crosse, d'autres étaient droites; mais, dans toutes, les pinnules avaient pris une forme canaliculée par le rapprochement des deux bords latéraux, de telle sorte que la face supérieure, devenue concave, était presque entièrement cachée, et que, de quelque côté qu'on regardât la fronde, on n'apercevait guère que sa face inférieure, laquelle est couverte d'écailles, peltées, scarieuses. Ce revêtement écailleux et le mode de recroquevillement des frondes paraissent bien faits pour les défendre contre une évaporation trop rapide.

» Les deux plantes furent plongées dans l'eau. Celle qui avait été séchée à l'étuve n'acheva de dérouler ses pinnules qu'au bout de trente-six heures. Les frondes les plus jeunes devinrent seules d'un beau vert à la face supérieure. Les vieilles frondes, qui étaient pour la plupart endommagées,

gardèrent une teinte brunâtre : elles étaient probablement déjà altérées, lorsque ce pied, fort vieux, avait été arraché.

» Tout autre était, et est encore actuellement, l'aspect du jeune pied qui a été séché dans le vide : toutes les frondes sont intactes, robustes, dressées, d'un beau vert ; toutes les pinnules sont étalées, et la plante ne diffère en rien d'un pied qui viendrait d'être cueilli. Neuf heures d'immersion ont suffi pour amener ce résultat. Depuis deux jours, les frondes sont sorties de l'eau, et la plante, n'absorbant plus le liquide que par ses racines, se maintient vivante et fraîche.

» Le *Polypodium incanum* vient donc augmenter la liste, encore peu nombreuse, des Cryptogames vasculaires reviviscentes. J'ai fait connaître les premières en 1863, à la suite d'expériences que je fis avec Paul Bert. C'étaient : *Selaginella lepidophylla* Spring, *Ceterach officinarum* Willd. et *Asplenium Ruta muraria* L. Plus tard, Daniel Hanbury reprit ces expériences sur mes indications, et constata les mêmes propriétés chez *Polypodium vulgare* L., *Cheilanthes odora* Sw., *Asplenium lanceolatum* Sm. et *Adiantum Capillus-Veneris* L. Il porta, sans les tuer, quelques-unes de ces plantes à 66° C. ; mais aucune ne survécut après avoir été exposée à 100°. Duval-Jouve avait déjà remarqué que certains *Isoetes* peuvent revivre après plusieurs années de séjour en herbier.

» On connaît donc le phénomène de la reviviscence dans trois classes au moins de Cryptogames vasculaires. Toutes les expériences faites avec des plantes phanérogames ont échoué jusqu'ici. »

### MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. F. RITTER soumet au jugement de l'Académie un Mémoire sur la vie et les travaux de François Viette.

( Renvoi à la Section de Géométrie. )

MM. ALLAIRE et GAUTIER soumettent au jugement de l'Académie un Mémoire sur une « nouvelle machine rotative, utilisant la force expansive d'un fluide quelconque sous pression ».

( Commissaires : MM. Resal, Marcel Deprez. )

**M. E. MENIN** adresse une Note sur un « système de propulsion, propre à la navigation, soit aérienne, soit aquatique ».

(Renvoi à la Section de Navigation.)

**MM. FRIEDORFER** et **KRAY** adressent, de Gablonz (Autriche), une Note relative à un anti-phylloxérique de leur invention.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

### **CORRESPONDANCE.**

**M. le MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE ET DES BEAUX-ARTS** invite l'Académie à lui présenter une liste de deux candidats pour la chaire de Chimie appliquée aux corps organiques, actuellement vacante au Muséum d'Histoire naturelle par suite du décès de M. Chevreul.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

**M. B. DANILEWSKY** adresse ses remerciements à l'Académie pour la distinction accordée à ses travaux dans le concours des prix de Médecine et de Chirurgie (fondation Montyon) pour l'année 1889.

**M. A. LAUSSEDAT** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre, actuellement vacante.

**HYDRAULIQUE.** -- *Sur la distribution des pressions et des vitesses dans l'intérieur des nappes liquides issues de déversoirs sans contraction latérale.* Note de **M. BAZIN**, présentée par M. Boussinesq.

« Nous avons fait, dans le courant de l'année 1889, de nombreuses expériences pour déterminer la répartition des vitesses et des pressions dans l'intérieur des nappes. L'instrument dont nous avons fait usage consiste en une lame de cuivre de 3<sup>mm</sup> d'épaisseur, plongée parallèlement à la direction des filets fluides dans la nappe où, en raison de sa faible épaisseur, elle ne cause pas de perturbation sensible. Dans l'intérieur de cette lame

sont logés deux petits tuyaux de 2<sup>mm</sup> de diamètre, débouchant, l'un à l'extrémité antérieure, l'autre sur la face latérale. Ce dernier, parfaitement arasé sur cette face plane le long de laquelle glissent les filets fluides, n'est soumis qu'à la pression locale au point où il débouche ; l'orifice antérieur, au contraire, sorte de petit tube de Pitot, s'ouvrant normalement au courant, reçoit directement le choc de la veine liquide. Les pressions exercées sur les deux orifices sont transmises par des raccords flexibles à des tubes verticaux en verre installés dans une fosse latérale. Si l'on désigne par  $z$  la hauteur du point considéré au-dessus de la crête du déversoir, par  $u$  la vitesse et par  $p$  la pression <sup>(1)</sup>, l'observation du niveau de l'eau dans ces tubes fait connaître, pour le tube correspondant à l'orifice antérieur, la somme  $z + p \dots \frac{u^2}{2g}$ ; pour le tube correspondant à l'orifice latéral,  $z + p$ , et, par suite,  $p$  et  $u$ . L'instrument était installé au début de manière à placer les orifices au-dessous du sommet de la courbe décrite par la surface inférieure de la nappe; on le relevait ensuite progressivement de manière à traverser la nappe suivant une direction à peu près verticale. La répartition des pressions diffère complètement, suivant que l'on considère les nappes *libres*, dont la surface inférieure est en communication constante avec l'air extérieur, ou les nappes soit *adhérentes*, soit *noyées en dessous*.

» *Nappes libres.* - - Si l'on promène verticalement l'orifice antérieur de l'instrument dans l'épaisseur de la nappe, on constate que, dans toutes ses positions, la somme  $z + p \dots \frac{u^2}{2g}$  reste sensiblement constante et diffère peu de la charge  $h$ , mesurée en amont du déversoir. Le principe de D. Bernoulli se trouve ainsi vérifié expérimentalement d'une manière très nette. Si l'on compare ensuite les résultats obtenus pour différentes charges, on reconnaît aisément que  $p$  et  $\frac{u^2}{2g}$  varient proportionnellement à  $h$ , c'est-à-dire qu'à une même valeur de  $\frac{z}{h}$  répondent dans toutes les expériences des valeurs égales pour  $\frac{p}{h}$  et  $\frac{u^2}{2gh}$ ; par suite, on peut, en prenant  $\frac{z}{h}$  comme abscisse, représenter par des courbes uniques et applicables à toutes les charges les valeurs de  $\frac{p}{h}$ ,  $\frac{u^2}{2gh}$  et  $\frac{u}{\sqrt{2gh}}$ .

(1)  $p$  représente ici l'excès, évalué en hauteur d'eau, de la pression réelle  $P$  sur la pression atmosphérique  $\Pi$ .



» L'examen de ces courbes montre que le maximum de  $p$  est égal à  $0,18h$ , et se trouve placé à une hauteur  $z = 0,34h$  au-dessus de la crête du déversoir; ces résultats sont d'accord avec ceux qu'avait obtenus M. Bousinesq dans ses recherches théoriques sur les déversoirs. La vitesse  $u$  décroît régulièrement depuis la surface inférieure de la nappe, où elle est  $0,94\sqrt{2gh}$ , jusqu'à la surface supérieure, où elle se réduit à  $0,47\sqrt{2gh}$ . Enfin, si l'on déduit de la courbe des  $\frac{u}{\sqrt{2gh}}$  la valeur moyenne de  $u$  pour toute l'épaisseur  $\eta$  de la nappe, et si l'on multiplie cette moyenne par  $\eta$  pour déterminer le débit, on retrouve à fort peu près le coefficient obtenu par les expériences de tarage directes.

» *Nappes adhérentes à la face aval du barrage* (1). -- La répartition des pressions est beaucoup moins simple que dans le cas précédent. La pression  $P$  sous la nappe est notablement inférieure à la pression atmosphérique  $\Pi$ , de telle sorte que la différence  $p = P - \Pi$  devient négative. Cette *non-pression* croît avec la charge  $h$  et peut atteindre  $2h$ ; elle est intimement liée au coefficient de débit, qui s'élève beaucoup et surpasse de près d'un tiers celui de la nappe libre.

» Si l'on traverse la nappe de bas en haut, on rencontre d'abord des pressions  $P$  croissantes; la différence  $p = P - \Pi$  finit par devenir nulle, puis positive, et atteint un certain maximum au delà duquel elle décroît, pour s'annuler de nouveau à la surface supérieure. Ce maximum est fort inférieur à celui que nous avons constaté dans les nappes libres, car il ne s'élève qu'à quelques centièmes de  $h$ . La nappe adhérente se trouve donc formée d'un noyau où la non-pression est très accusée et, dans les couches liquides qui l'enveloppent, la pression surpasse à peine celle de l'atmosphère, de sorte que, si l'on perce cette enveloppe en y introduisant un corps solide, l'air se précipite avec force dans l'intérieur; on s'explique ainsi le défaut de stabilité de ce genre de nappes.

» *Nappes noyées en dessous*. — La question se complique encore davantage lorsque l'on passe au cas plus général des nappes noyées en dessous. En effet, tandis que les nappes adhérentes que nous venons de considérer sont indépendantes du niveau d'aval, les nappes noyées en dessous sont au contraire souvent influencées par ce niveau. Lorsque le niveau d'aval est suffisamment abaissé, la répartition des pressions rappelle celle qui a lieu dans les nappes adhérentes, si ce n'est que la non-pression est moitié

---

(1) Voir notre Note du 3 octobre 1887 (*Comptes rendus*, t. CV, p. 568).

• moindre et que le maximum absolu des pressions  $p$  y est un peu plus élevé. Mais lorsqu'on relève progressivement le plan d'eau d'aval, on voit, bien avant qu'il n'atteigne le niveau de la crête du déversoir, les courbes de pression se déplacer en même temps. Lorsque ce plan d'eau a dépassé la crête, les pressions inférieures à celles de l'atmosphère disparaissent complètement ;  $p$  reste positif dans toute l'épaisseur de la nappe et présente un minimum et un maximum, qui se rapprochent l'un de l'autre en position et en valeur absolue, à mesure que l'on élève le niveau d'aval. En même temps, le coefficient de débit, qui dépend principalement du minimum de  $p$ , va en décroissant et finit par être inférieur à celui de la nappe libre. Ces détails compliqués, qui excéderaient les limites de la présente Note, feront l'objet d'une Communication ultérieure. »

PHYSIQUE DU GLOBE. -- *De quelques objections à la théorie de la circulation verticale profonde dans l'Océan.* Note de M. J. THOULET, présentée par M. Bouquet de la Grye.

» On admet généralement que les eaux océaniques, obéissant à diverses causes parmi lesquelles il faut compter la chaleur solaire, l'évaporation, la rotation terrestre et les vents réguliers, sont animées, dans chaque hémisphère, d'un mouvement de translation de l'équateur vers les pôles à la surface. Parvenues dans les hautes latitudes, par suite du refroidissement qu'elles éprouvent, elles descendent dans les profondeurs, rampent sur le lit de l'Océan depuis les pôles jusqu'à l'équateur, remontent perpendiculairement et gagnent la surface, pour y continuer le cycle de cette circulation dite *verticale*.

» Cette théorie donne prise à plusieurs objections qui semblent l'infirmes, autant du moins qu'on en puisse juger en l'absence de Cartes topographiques du fond de l'Océan et de Cartes isothermiques détaillées que la Science ne possède pas encore et qui seraient seules capables de résoudre le problème.

» Sauf dans les mers polaires peu profondes, les températures les plus basses ont été constatées dans les portions les plus profondes du lit océanique, au large du Pérou et du Chili, de l'embouchure de la Plata et dans la fosse des Kouriles, sur des aires limitées et sans communication avec les régions polaires, ce qui contredit l'hypothèse d'un afflux d'eaux froides arrivant des pôles.

» L'observation prouve que les sédiments marins profonds, dont les argiles rouges constituent le dernier terme, sont au maximum d'oxydation. La présence de l'oxygène en dissolution dans les eaux abyssales, sur laquelle on avait cru devoir s'appuyer pour nier l'existence de régions de stagnation, s'explique parfaitement, puisque, dans les grands fonds, rien n'est capable de s'emparer de ce gaz.

» Les minéraux prenant naissance dans les grands fonds (christianite en cristaux, nodules manganésiens) sont solubles dans l'eau de mer. Leur formation ne peut avoir lieu qu'au sein d'un milieu saturé de leurs éléments composants et, par conséquent, immobile.

» Si un courant transportait les eaux tout le long du sol sous-marin des pôles à l'équateur, il transporterait aussi les vases légères et, contrairement à ce qu'on observe, les matériaux se disposeraient par ordre croissant de finesse, des pôles à l'équateur.

» Un bassin en bois, de 1<sup>m</sup> de longueur et 0<sup>m</sup>,65 de largeur, rempli d'eau, soit douce, soit salée, à la surface duquel sont disposées, d'un côté une boîte en cuivre chauffée par quarante-six becs de gaz, de l'autre une cuve pleine de glace, ne laisse distinguer aucun courant. On n'éprouve même pas la moindre sensation de chaleur en mettant la main presque au contact de la boîte chaude.

» Les Cartes schématiques des densités profondes publiées par le *Challenger*, et sur lesquelles on voit les eaux de l'Océan disposées par nappes d'égale densité irrégulières, de sorte que des eaux lourdes surnagent souvent des eaux plus légères, ne sont point l'expression de la vérité. En dressant ces Cartes, on a eu le tort de réduire les densités à une même température normale et de ne point leur faire subir la correction de compressibilité. Si l'on reprend les valeurs observées par M. J.-Y. Buchanan, si on les ramène à la température *in situ* et si enfin on leur applique la formule de compressibilité de Mohn  $S_n = S(1 + 0,000046614_n)$ , où  $S_n$  est la densité à  $n$  mètres de profondeur d'une eau de densité  $S$  à la surface, les couches se superposent régulièrement par ordre de densités décroissantes du fond à la surface. Il est douteux qu'une eau lourde occupant le fond se décide à remonter verticalement à l'équateur à travers plusieurs milliers de mètres d'eaux plus légères, pour faire place à des eaux venant du pôle. L'eau de ces régions, protégée par la glace qui les recouvre, ne se refroidit pas indéfiniment.

» En attendant les Cartes, seules capables de trancher la question d'une

manière définitive, on serait donc fondé à croire à l'existence de deux zones superposées : l'une de repos, où l'eau en équilibre stable, résultat de l'action des siècles et remontant peut-être aux époques géologiques antérieures, serait pour ainsi dire à l'état fossile comme la glace fossile terrestre des environs du détroit de Behring; la seconde d'épaisseur ne dépassant probablement pas un millier de mètres, et au sein de laquelle s'accomplissent et effectuent leur cycle entier tous les phénomènes ayant pour résultante les courants marins, le problème le plus compliqué de l'Océanographie. Cette dernière zone commencerait à la surface et serait limitée par la couche de variation thermique annuelle nulle, dont la profondeur, évidemment variable en divers points du globe, ne pourra être déterminée que par l'observation directe. ..

M. BOUQUET DE LA GRÈVE, tout en applaudissant aux très intéressantes recherches de M. Thoulet en Océanographie et à l'interprétation qu'il donne des Cartes de densité du *Challenger*, ne peut toutefois admettre comme suffisantes ses preuves fournies à l'appui de l'immobilité du fond des Océans.

« Le mouvement ascensionnel des eaux froides sous les tropiques, provoqué par l'évaporation, ne peut en effet être mesuré directement, à cause de sa lenteur; par suite, l'expérience faite par M. Thoulet ne pourrait avoir de valeur réelle que si elle avait été longtemps prolongée et absolument négative.

» Il est bien difficile, d'ailleurs, d'admettre cette immobilité absolue, puisque le jeu des marées produit des courants alternatifs dans toute la masse des eaux profondes. Le courant circulaire de l'océan Atlantique nord pourrait-il d'ailleurs avoir lieu seulement à la surface? »

CALCUL DES PROBABILITÉS. - *Sur le problème de Saint-Petersbourg.*

Note de M. SEYDLER.

« Pierre joue avec Paul aux conditions connues; ajoutons la nouvelle condition : on doit jeter la monnaie  $n$  fois, ni plus ni moins (la partie recommençant au besoin jusqu'à ce que le nombre  $n$  soit atteint).

» L'enjeu de Paul est  $f(n)$ . Il y a  $2^n$  combinaisons, toutes également

probables ; supposons-les toutes advenues, en répétant le jeu  $2^n$  fois, et soit  $F(n)$  la somme payée dans cette hypothèse par Pierre. Alors

$$F(n) = 2^n f(n),$$

et l'on pourrait calculer  $f(n)$  en faisant le dénombrement de  $F(n)$ . Mais il y a une relation très simple entre  $F(n+1)$  et  $F(n)$ .

» Dans l'hypothèse de  $(n+1)$  jets, on obtient les  $2^{n+1}$  combinaisons possibles, en ajoutant aux  $2^n$  combinaisons précédentes, pile ( $a$ ) ou face ( $b$ ), ce qu'on peut faire au commencement ou à la fin de chaque partie.

» Des  $2^n$  combinaisons de  $n$  jets, il y a

|                            |                     |                 |
|----------------------------|---------------------|-----------------|
| $2^{n-1}$                  | commençant avec $b$ |                 |
| $2^{n-2}$                  | »                   | $ab$ .          |
| $2^{n-3}$                  | »                   | $aab$           |
| .....                      |                     |                 |
| $1$                        | de la forme         | $aaa \dots aab$ |
| $1$                        | »                   | $aaa \dots aaa$ |
| <hr style="width: 100%;"/> |                     |                 |
| Somme = $2^n$              |                     |                 |

» Ajoutons d'abord  $b$  au commencement ; on aura ajouté  $1^{\text{re}}$  à la somme provenant de chaque combinaison ; on aura donc la somme totale

$$F(n) + 2^n.$$

» Ajoutons  $a$  au commencement ; on aura redoublé la valeur du premier gain de chaque combinaison ; on aura donc ajouté à  $F(n)$  la somme

$$2^{n-1} + 2 \times 2^{n-2} + 2^2 \times 2^{n-3} + \dots + 2^{n-1} \cdot 2^0 = n \cdot 2^{n-1}.$$

» On a donc enfin

$$F(n+1) = 2F(n) + (n+2) \cdot 2^{n-1},$$

$$2^{n+1} f(n+1) = 2^{n+1} f(n) + (n+2) \cdot 2^{n-1},$$

$$f(n+1) = f(n) + \frac{n+2}{4},$$

équation dont la solution est

$$f(n) = \frac{n(n+3)}{8},$$

vu qu'on doit avoir

$$f(1) = \frac{1}{2}.$$

( 328 )

» Soit, en second lieu,  $m = \varphi(n)$  le nombre probable des parties dans l'hypothèse de  $n$  jets. On peut déterminer  $\varphi(n)$  de la même manière que  $f(n)$ . Soit  $\varphi(n)$  le nombre des parties contenues dans toutes les  $2^n$  combinaisons possibles : on a

$$\Phi(n) = 2^n \varphi(n).$$

» On obtient  $\Phi(n-1)$  de  $\Phi(n)$ , en ajoutant au commencement de chaque combinaison (dont le nombre est  $2^n$ ) ou pile ( $a$ ), ce que ne change pas le nombre  $\Phi(n)$ , ou face ( $b$ ), ce qu'augmente le même nombre de  $2^n$ . On a donc

$$\begin{aligned}\Phi(n-1) &= 2\Phi(n) - 2^n, \\ 2^{n+1}\varphi(n-1) &= 2^{n+1}\varphi(n) + 2^n, \\ \varphi(n-1) &= \varphi(n) + \frac{1}{2},\end{aligned}$$

équation dont la solution est

$$\varphi(n) = \frac{n-1}{2}.$$

parce qu'on doit avoir

$$\varphi(1) = 1.$$

» L'enjeu moyen de Paul pour une partie doit être

$$N = \frac{f(n)}{\varphi(n)} = \frac{n(n-3)}{4(n-1)}.$$

» Quand on accepte la condition de *terminer le jeu à la première arrivée de face* (cette condition est, à mon avis, la cause de l'aspect paradoxal du problème, parce qu'elle exclut la répétition du jeu et ôte à Paul la possibilité de prendre sa revanche), on rentre dans l'hypothèse d'un  $n$  illimité, parce qu'on ne peut pas assigner un nombre  $n$  assez grand, qui *devrait* finir le jeu. On peut regarder le jeu proposé comme le premier dans une série infinie d'autres jeux semblables, dont l'enjeu a la même valeur probable  $N$ ; et, que le jeu proposé soit le *premier*, cela ne change en rien la valeur probable de son enjeu, qui doit donc être

$$N = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n(n-3)}{4(n-1)} = \infty.$$

» Les deux problèmes, celui de Saint-Petersbourg et celui dont j'ai donné la solution, sont différents pour  $n$  fini, mais deviennent identiques pour  $n$  infiniment grand. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces réglées dont l'élément linéaire est réductible à la forme de Liouville*; par M. DEMARTRES.

M. DEMARTRES demande l'ouverture d'un pli cacheté, qui a été déposé par lui, le 11 décembre 1889, et inscrit sous le n° 4480. Il ajoute :

« Je vous prie de vouloir bien constater que ce pli renferme l'énoncé et la démonstration complète des résultats suivants :

» *Les surfaces réglées qui admettent un système de Liouville sont définies par les conditions suivantes :*

» 1° *Le paramètre de distribution des normales est une fonction elliptique de l'arc de la ligne de striction.*

» 2° *La tangente de l'angle que fait la ligne de striction avec la génératrice est proportionnelle à ce paramètre de distribution.*

» Dans ce même pli, je démontre que les seules surfaces réglées réelles applicables sur une surface de révolution sont celles qu'a trouvées M. Bioche (*Comptes rendus*, 19 mars 1888).

» Ces théorèmes se rattachant à la question de concours du prix Bordin, j'avais cru devoir m'abstenir de les publier; mais les *Comptes rendus* de la séance du 3 février contenant une Note de M. Raffy qui renferme, quoique sans démonstration, l'un de mes résultats, j'espère que l'Académie voudra bien publier ce court résumé de mon Mémoire.

» D'ailleurs, la méthode que j'ai suivie peut être généralisée. Le  $ds^2$  d'une surface étant mis sous la forme  $E du^2 + 2F du dv + G dv^2$ , et l'intégrale auxiliaire sous la forme

$$Ap^2 + 2Bpq + Cq^2 = \text{const.},$$

si l'on combine les équations de condition qui expriment l'existence de cette intégrale de manière à en faire disparaître les dérivées de A, B, C, par rapport à  $v$ , on obtient, comme on peut s'en assurer, un système de trois équations différentielles linéaires du second ordre, ne contenant que les dérivées de A, B, C, par rapport à  $u$ , et qui, par conséquent, peuvent être considérées comme des équations différentielles ordinaires. J'ajoute que les zéros ou les pôles (par rapport à  $u$ ) des fonctions E, F, G sont simplement des pôles pour les coefficients des équations en question.

» Donc, toutes les fois que E, F, G seront rationnels par rapport à l'une

des variables,  $u$  par exemple, on pourra déterminer a priori les coefficients  $A, B, C$  par la discussion d'équations différentielles linéaires de la même forme que celles qui ont été étudiées par M. Fuchs. Les valeurs ainsi obtenues seront trop générales; on devra achever de les déterminer en écrivant que, substituées dans les équations primitives, elles les réduisent à des identités.

» Par exemple, le  $ds^2$  d'une surface cerclée peut toujours être ramené à la forme

$$(1 + u^2) ds^2 = M du^2 + 2N du dv + P dv^2,$$

$M, N, P$  étant des polynômes respectivement de degrés 0, 2 et 4 par rapport à  $u$ . La méthode précédente m'a permis d'obtenir un assez grand nombre de surfaces cerclées admettant des systèmes de Liouville.

» La même méthode s'applique évidemment à toute classe de surfaces admettant comme génératrices une suite de courbes unicursales.

(Le pli cacheté est ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel. La Note qu'il contient est renvoyée à l'examen de MM. Darboux et Picard.)

GÉOMÉTRIE. -- Sur les surfaces dont l'élément linéaire est réductible à la forme  $ds^2 = F(U + V)(du^2 + dv^2)$ . Note de M. A. ПЕТОВ, présentée par M. Darboux.

« En chaque point  $M$  d'une surface  $S$ , considérons une sphère  $\sigma$ , ayant pour centre  $M$  et pour rayon une fonction  $R$  des coordonnées  $u$  et  $v$  de ce point. La droite  $D$ , qui joint le point  $M$  à l'un des deux points  $N$  où  $\sigma$  touche son enveloppe, engendre une congruence  $\Sigma$  de normales.

» M. Beltrami a fait voir qu'une pareille congruence  $\Sigma$  de normales reste congruence de normales après toute déformation de  $S$  qui conserve l'élément linéaire; j'ai été ainsi conduit à penser qu'il peut être utile de faire intervenir ces congruences  $\Sigma$  dans l'étude de la déformation de la surface  $S$ . Si l'on désigne par  $x, y, z, X, Y, Z$  les coordonnées des points  $M$  et  $N$ , on a

$$(1) \quad (X - x)^2 + (Y - y)^2 + (Z - z)^2 - R^2 = 0,$$

$$(2) \quad (X - x) \frac{\partial x}{\partial u} + (Y - y) \frac{\partial y}{\partial u} + (Z - z) \frac{\partial z}{\partial u} + R \frac{\partial R}{\partial u} = 0,$$

$$(3) \quad (X - x) \frac{\partial x}{\partial v} + (Y - y) \frac{\partial y}{\partial v} + (Z - z) \frac{\partial z}{\partial v} + R \frac{\partial R}{\partial v} = 0.$$



» Soient  $\lambda, \lambda', \lambda''$  les cosinus directeurs de la droite D et  $a, a', a''; b, b', b''$  ceux des tangentes aux courbes ( $v$ ) et ( $u$ ). Si l'on pose

$$(4) \quad ds^2 = E du^2 + G dv^2,$$

on a

$$(5) \quad a = \frac{1}{\sqrt{E}} \frac{\partial x}{\partial u}, \quad b = \frac{1}{\sqrt{G}} \frac{\partial x}{\partial v}, \quad \lambda = \frac{X - x}{R},$$

et des valeurs analogues pour  $a', a'', b', \lambda''$ .

» Si maintenant on désigne par  $\theta, \alpha$  et  $\beta$  les angles de la droite D avec la normale à la surface S et avec les tangentes aux courbes ( $v$ ) et ( $u$ ), on déduit des équations (2) et (3)

$$(6) \quad \cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{E}} \frac{\partial K}{\partial u}, \quad \cos \beta = - \frac{1}{\sqrt{G}} \frac{\partial R}{\partial u},$$

$$(7) \quad \sin^2 \theta = \frac{1}{E} \left( \frac{\partial R}{\partial u} \right)^2 + \frac{1}{G} \left( \frac{\partial R}{\partial v} \right)^2.$$

» Ces dernières formules montrent que, pour une même expression de R, les angles  $\alpha, \beta$  et  $\theta$  dépendent seulement de E et de G; de là résulte une vérification du théorème de M. Beltrami.

» D'autre part, supposons que l'on ait

$$(8) \quad E = G = F(U + V),$$

où U et V sont deux fonctions arbitraires, la première de  $u$  et la seconde de  $v$ , et où F est une fonction arbitraire de la somme  $U + V$ ; puis considérons deux séries de sphères  $\sigma_1$  et  $\sigma_2$  dont les rayons sont respectivement

$$(9) \quad R_1 = \int_{u_0}^u \sqrt{U'} du, \quad R_2 = \int_{v_0}^v \sqrt{V'} dv.$$

» La formule (7) donne

$$(10) \quad \sin^2 \theta_1 = \frac{1}{E} U', \quad \sin^2 \theta_2 = \frac{1}{E} V'.$$

» Prenons maintenant les dérivées de  $\sin^2 \theta_1$  et de  $\sin^2 \theta_2$  pour des déplacements effectués respectivement suivant les tangentes aux courbes ( $u$ ) et ( $v$ ); on a, en désignant par  $ds_1$  et  $ds_2$  les éléments d'arc des courbes ( $v$ ) et ( $u$ ),

$$(11) \quad \frac{d \sin^2 \theta_1}{ds_2} = - \frac{U' V' E'}{E^2} = \frac{d \sin^2 \theta_2}{ds_1},$$

en représentant par  $E'$  la dérivée de  $E$  par rapport à la somme  $U + V$ . De là, ce premier résultat : les dérivées de  $\sin^2\theta_1$ , et de  $\sin^2\theta_2$ , prises suivant les déplacements alternés  $ds_2$  et  $ds_1$ , sont égales.

» Réciproquement, si, en supposant la surface  $S$  rapportée à un système de coordonnées orthogonales et isothermes, on a, dans les conditions indiquées plus haut,

$$(12) \quad \frac{d \sin^2 \theta_1}{ds_2} = \frac{d \sin^2 \theta_2}{ds_1},$$

on en déduit, en tenant compte des relations (10),

$$(13) \quad U' \frac{\partial E}{\partial v} - V' \frac{\partial E}{\partial u} = 0;$$

d'où

$$(14) \quad E = F(U + V).$$

» De là le théorème suivant :

» *Pour que l'élément linéaire d'une surface  $S$  soit réductible à la forme*

$$ds^2 = F(U + V)(du^2 + dv^2),$$

*il faut et il suffit que l'on puisse mener par chaque point  $M$  de la surface, dans des plans  $P_1$  et  $P_2$  respectivement normaux à des courbes formant un système orthogonal et isotherme, deux droites  $D_1$  et  $D_2$ , engendrant deux congruences de normales, et formant avec la normale à la surface  $S$  des angles  $\theta_1$  et  $\theta_2$ , qui vérifient, en chaque point, la relation*

$$(15) \quad \frac{d \sin^2 \theta_1}{ds_2} = \frac{d \sin^2 \theta_2}{ds_1},$$

*où les dérivées de  $\sin^2\theta_1$  et de  $\sin^2\theta_2$  sont prises respectivement pour des directions perpendiculaires à  $P_1$  et  $P_2$ .*

» Quand on particularise la fonction  $F$  de la somme  $U + V$ , on peut, quelquefois, simplifier le résultat exprimé par la relation (15). Considérons, par exemple, les surfaces dont l'élément linéaire est réductible à la forme de Liouville. Si l'on prend

$$(16) \quad R_1 = \int_{u_0}^{u''} \sqrt{U} du, \quad R_2 = \int_{v_0}^{v''} \sqrt{V} dv,$$

on obtient

$$(17) \quad \sin^2 \theta_1 = \frac{U}{E}, \quad \sin^2 \theta_2 = \frac{V}{E}$$

et, par suite,

$$(18) \quad \sin^2 \theta_1 + \sin^2 \theta_2 = 1,$$

ce qui montre que l'on peut choisir  $\theta_1$  et  $\theta_2$  de manière à avoir en chaque point

$$(19) \quad \theta_1 + \theta_2 = \frac{\pi}{2}.$$

» De là le théorème suivant :

» *Pour que l'élément linéaire d'une surface S soit réductible à la forme de Liouville, il faut et il suffit que l'on puisse mener par chaque point M de la surface, dans des plans P<sub>1</sub> et P<sub>2</sub> respectivement normaux à des courbes formant un système orthogonal et isotherme, deux droites D<sub>1</sub> et D<sub>2</sub>, engendrant deux congruences de normales, et formant avec la normale à la surface S des angles qui, en chaque point de cette surface, sont complémentaires l'un de l'autre.*

» Remarquons que le même raisonnement s'applique et conduit à des résultats analogues, quand on a

$$E = (U + V)^m. \quad »$$

ASTRONOMIE. — *Note sommaire sur l'observation de l'éclipse totale de Soleil du 22 décembre 1889, par M. A. DE LA BAUME PLUVINEL.*

« Dans le courant du mois de septembre 1889, j'exprimais, au Bureau des Longitudes, le désir d'aller observer l'éclipse du 22 décembre, afin d'appliquer à l'étude de ce phénomène les procédés de la Photographie. M. Janssen, à qui je fus recommandé par le Bureau des Longitudes, eut la bonté de me donner des conseils et de mettre à ma disposition des instruments lui appartenant, ainsi que des appareils de l'observatoire de Meudon. De plus, le Ministère de l'Instruction publique m'accorda une mission officielle, afin de faciliter mon voyage et mon séjour à l'étranger.

» Je choisais, pour lieu d'observation, l'île Royale, située dans le groupe des îles du Salut, à 50<sup>m</sup> au nord de Cayenne.

» Mes instruments se composaient de :

» 1<sup>o</sup> Une monture parallaxique portant cinq chambres photographiques, munies d'objectifs de pouvoir lumineux différents. Ces objectifs donnaient des images du Soleil de 6<sup>m</sup> de diamètre environ.

» 2<sup>o</sup> Un télescope de 0<sup>m</sup>,38 d'ouverture et de 17,5 de foyer, muni d'un appareil pour photographier le spectre de la couronne. Pendant la durée du phénomène, je faisais manœuvrer le télescope à la main, afin de maintenir constamment la fente du spectroscope variant l'équateur du Soleil.

» 3<sup>o</sup> Un appareil permettant d'exposer à la lumière émise par la couronne les différentes parties d'une plaque photographique, pendant des temps variables.

» La même expérience ayant été répétée aussitôt après l'éclipse, en exposant l'appareil à la lumière du Soleil, on pourra déterminer le rapport des intensités des lumières de la couronne et du Soleil, en comparant les teintes des diverses parties des plaques.

» Ces trois appareils furent montés à l'île Royale, et prêts à fonctionner la veille du jour de l'éclipse.

» Le jour même du phénomène, ainsi que les jours précédents, le temps était peu favorable. Cependant le ciel se découvrit vers le milieu de l'éclipse, et la totalité put être observée en entier, quoiqu'au travers d'un léger cirrus. La durée de la phase totale n'a été que de 2<sup>m</sup>7<sup>s</sup>, alors que la durée calculée était de 2<sup>m</sup>15<sup>s</sup>.

» L'examen des photographies de la couronne a donné lieu jusqu'ici aux remarques suivantes :

» La couronne a présenté le même aspect général que lors de l'éclipse du 1<sup>er</sup> janvier 1889. Il semble donc que, dans l'espace d'une année, la structure de la couronne ne s'est pas sensiblement modifiée.

» La couronne était peu étendue et peu lumineuse : elle débordait du disque de la Lune, de 18' environ suivant l'équateur solaire, et de 6' seulement aux pôles. Le peu d'étendue de la couronne en 1889 et sa ressemblance avec les couronnes de 1867 et 1878 viennent confirmer l'hypothèse d'une relation intime entre l'intensité des phénomènes extra-solaires et la fréquence des taches du Soleil.

» L'aspect des aigrettes lumineuses qui constituent la couronne, et notamment la forme curviligne des aigrettes dans le voisinage des pôles, semble prouver l'existence de courants de matières soumises à deux forces : une force de projection normale à la sphère solaire, et une force centrifuge développée par la rotation du Soleil autour de son axe.

» Une première comparaison des cinq épreuves montre que les objectifs les plus lumineux n'ont pas donné des images plus complètes que les objectifs les moins lumineux. L'emploi d'instruments trop puissants n'est même pas à recommander, car l'image qu'ils donnent du ciel peut être assez intense pour se confondre avec l'image des régions peu lumineuses de la couronne.

» La plaque photographique du spectroscope n'a malheureusement donné aucun résultat utile. Ce fait prouve que l'appareil employé n'était pas assez lumineux pour ce genre d'expériences.

» Quant aux plaques qui doivent permettre de mesurer l'intensité de la couronne, elles ne sont pas encore développées. Je me propose de faire cette opération dès que j'aurai pu exposer le photomètre photographique à la lumière de la pleine Lune et à des lumières artificielles. Les plaques obtenues dans ces conditions seront développées en même temps que les plaques de l'éclipse, afin d'obtenir des clichés comparables.

» J'aurai l'honneur de rendre compte de ces expériences à l'Académie, et de lui communiquer ultérieurement le résultat de la discussion complète des photographies. »

PHYSIQUE. — *Calcul de la compressibilité de l'air jusqu'à 3000<sup>atm</sup>.*

Note de M. CH. ANTOINE (1). (Extrait.)

« Dans la relation  $p\nu = D(\beta + t)$  (la pression  $p$  étant exprimée en atmosphères et le volume  $\nu$  en litres), on a pour l'air

$$\beta = 273,6 - \sqrt{p}.$$

» D'après les expériences de Regnault, le coefficient  $D$  reste sensiblement constant jusqu'à 27<sup>atm</sup>; pour 1<sup>kg</sup> d'air, je prendrai comme première approximation

Jusqu'à 40<sup>atm</sup> . . . . .  $D = 2,835$

Au-dessus de 40<sup>atm</sup>. . . . .  $D = 2,835 + 0,0018(p - 40)$  (1)

» Avec ces valeurs de  $\beta$  et de  $D$ , on a, pour  $t = 0$ , le Tableau ci-après,

---

(1) Voir *Comptes rendus* du 20 janvier 1890.

qui coordonne les faits relatifs à la compression de l'air :

| $p$ .                  | $p\nu$ . | D.    | $p$ .                    | $p\nu$ . | D.    | $p$ .            | $p\nu$ . | D.     |
|------------------------|----------|-------|--------------------------|----------|-------|------------------|----------|--------|
| 1 <sup>atm</sup> ..... | 772,8    | 2,835 | 160 <sup>atm</sup> ..... | 830,9    | 3,184 | » <sup>atm</sup> | »        | »      |
| 20.....                | 963,0    | 2,835 | 180.....                 | 845,0    | 3,248 | 750...           | 1304,7   | 5,299  |
| 40.....                | 757,7    | 2,835 | 200.....                 | 859,6    | 3,313 | 1000...          | 1516,5   | 6,267  |
| 60.....                | 766,7    | 2,884 | 220.....                 | 874,6    | 3,380 | 1500...          | 1945,0   | 8,281  |
| 80.....                | 777,8    | 2,939 | 240.....                 | 889,7    | 3,447 | 2000...          | 2371,9   | 10,363 |
| 100.....               | 790,3    | 2,998 | 260.....                 | 904,8    | 3,524 | 2500...          | 2795,5   | 12,502 |
| 120.....               | 803,2    | 3,058 | 280.....                 | 920,1    | 3,582 | 3000...          | 3213,2   | 14,683 |
| 140.....               | 816,7    | 3,120 | 300.....                 | 935,7    | 3,651 | »                | »        | »      |

» Il est facile de vérifier que la relation  $p\nu = D(\beta + t)$  s'applique avec une grande approximation, soit aux résultats des premières expériences de Regnault (<sup>1</sup>), soit aux résultats de ses secondes expériences (<sup>2</sup>), soit enfin aux résultats des expériences de M. Amagat (<sup>3</sup>). »

ÉLECTRICITÉ. -- *Extension des théorèmes relatifs à la conservation des flux de force et d'induction magnétiques.* Note de M. PAUL JANET, présentée par M. Poincaré.

« Lorsqu'un courant circule à l'intérieur d'un conducteur, il crée un champ magnétique à l'intérieur, aussi bien qu'à l'extérieur, de ce conducteur. D'après une remarque de Maxwell, ces champs magnétiques intérieurs sont caractérisés par la propriété essentielle de ne pas dériver d'un potentiel. En effet, les équations fondamentales

$$\begin{aligned} 4\pi u &= \frac{\partial \beta}{\partial z} - \frac{\partial \gamma}{\partial y}, \\ 4\pi v &= \frac{\partial \gamma}{\partial x} - \frac{\partial z}{\partial z}, \\ 4\pi w &= \frac{\partial z}{\partial y} - \frac{\partial \beta}{\partial x}, \end{aligned}$$

dans lesquelles  $u, v, w$  sont les composantes du courant,  $\alpha, \beta, \gamma$  celles de la

(<sup>1</sup>) *Mémoires de Regnault*, t. I, p. 374 et suiv.

(<sup>2</sup>) *Ibid.*, t. II, p. 313.

(<sup>3</sup>) Voir l'ouvrage cité, séance du 17 septembre 1888.

force magnétique au point  $(x, y, z)$ , montrent que l'expression

$$\alpha dx + \beta dy + \gamma dz$$

est une différentielle exacte en dehors des conducteurs, mais non à l'intérieur de ceux-ci. Nous désignerons, pour abrégé, ces champs intérieurs sous le nom de *champs non conservatifs*. Tout récemment, M. P. Joubin a vérifié par l'expérience la distribution des forces magnétiques à l'intérieur d'un conducteur cylindrique (1). Moi-même, j'ai étudié l'aimantation transversale produite sous l'influence de ces forces dans un cylindre ou un tube cylindrique en fer (2). Je demande la permission de communiquer à l'Académie les principaux résultats contenus dans un Mémoire plus étendu sur ce sujet, actuellement à l'impression.

» Les théorèmes bien connus sur la conservation des flux de force et d'induction magnétiques ne sont établis que pour les régions extérieures aux conducteurs, c'est-à-dire pour des champs conservatifs. Je me propose de les étendre aux régions intérieures, c'est-à-dire à des champs non conservatifs.

» Rappelons d'abord les conditions nécessaires et suffisantes pour la conservation du flux d'un vecteur affecté de surfaces de discontinuité. Ces conditions, énoncées par Maxwell, sont au nombre de deux :

» 1° Il faut que les composantes  $X, Y, Z$  du vecteur  $F$  satisfassent en tous les points de l'espace (sauf les surfaces de discontinuité) à l'équation

$$\frac{\partial X}{\partial x} + \frac{\partial Y}{\partial y} + \frac{\partial Z}{\partial z} = 0$$

(*équation solénoïdale générale*).

» 2° Il faut que la composante  $F_n$ , normale à une surface de discontinuité, soit une fonction continue des coordonnées, c'est-à-dire satisfasse à l'équation

$$F_n = F'_n$$

(*équation solénoïdale à la surface*).

» Cela posé, considérons d'abord le cas où les conducteurs ne sont ni des aimants permanents ni des corps magnétiques. Soient  $F, G, H$  les composantes du potentiel vecteur; on a, en tout point de l'espace, y compris

(1) *Comptes rendus*, t. CX, p. 231.

(2) *Comptes rendus*, t. CV, p. 934; t. CVI, p. 200.

l'intérieur des conducteurs,

$$\begin{aligned}\alpha &= \frac{\partial G}{\partial z} - \frac{\partial H}{\partial y}, \\ \beta &= \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{\partial F}{\partial z}, \\ \gamma &= \frac{\partial F}{\partial y} - \frac{\partial G}{\partial x}.\end{aligned}$$

» Je dis que le flux de force se conserve dans tout l'espace, y compris l'intérieur des conducteurs. En effet :

» 1° En différentiant par rapport à  $x$ ,  $y$ ,  $z$  et ajoutant, on obtient

$$\frac{\partial \alpha}{\partial x} + \frac{\partial \beta}{\partial y} + \frac{\partial \gamma}{\partial z} = 0.$$

Donc la condition solénoïdale générale est remplie dans tout l'espace.

» 2°  $F$ ,  $G$ ,  $H$  pouvant être considérés comme des potentiels scalaires de matières fictives ayant respectivement pour densités  $u$ ,  $v$ ,  $w$ , leurs dérivées partielles sont continues dans tout l'espace; il en est donc de même de  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  et, par suite, de la force magnétique et, à plus forte raison, de sa composante normale. Donc la condition solénoïdale à la surface est remplie.

» Les deux conditions solénoïdales étant ainsi satisfaites, *le flux de force magnétique se conserve dans tout l'espace, y compris les conducteurs non magnétiques parcourus par des courants quelconques.*

» La démonstration précédente perd sa valeur dans le cas d'une nappe de courant, puisque la force magnétique est alors discontinue; néanmoins le théorème subsiste dans ce cas (d'ailleurs idéal), car :

» 1° La condition solénoïdale générale est satisfaisante;

» 2° La composante de la force magnétique normale à la nappe est continue (1).

» Considérons maintenant le cas général où il y a des conducteurs magnétiques (aimants permanents ou substances magnétiques). L'induction magnétique en un point sera la somme (géométrique) de l'induction due aux aimants (permanents ou non) et de la force électromagnétique due aux courants. Or on sait : 1° que le flux d'induction dû aux aimants se conserve dans tout l'espace; 2° que le flux de force électromagnétique se conserve également (*voir plus haut*). Donc le flux de leur somme (géométrique) se conserve.

---

(1) MAXWELL, *Traité d'Électricité*, t. II, p. 325.



» Nous arrivons ainsi au théorème suivant :

» *Le flux d'induction magnétique se conserve dans tout l'espace, y compris les conducteurs, magnétiques ou non, parcourus par des courants quelconques.*

» Sous cette forme, le théorème de la conservation du flux d'induction nous apparaît comme le plus général de l'Électromagnétisme. On peut remarquer qu'il est établi sans aucune hypothèse sur les propriétés ou même l'existence du coefficient d'aimantation  $k$ . »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les piles à électrolytes fondus et sur les forces thermo-électriques à la surface de contact d'un métal et d'un sel fondu.* Note de M. **LUCIEN POINCARÉ**, présentée par M. Lippmann.

« On peut constituer des éléments de pile en plongeant dans un sel fondu, ou porté à une température assez élevée pour devenir conducteur, deux métaux de nature différente; on n'a pas, jusqu'à présent, étudié les systèmes ainsi formés: il m'a paru intéressant de rechercher si ces couples voltaïques obéissent aux lois établies par la théorie et par l'expérience dans le cas des piles hydro-électriques.

» I. Parmi les données nécessaires pour cette étude, l'une des plus importantes serait la connaissance de l'*effet Peltier*,  $P$ , au contact d'une électrode et du sel; il paraît difficile de mesurer directement ce dégagement de chaleur au sein même de la masse liquide à haute température; mais on peut le calculer par application de la formule de Sir W. Thomson

$$P = - \frac{T}{J} \frac{dE}{dt},$$

si l'on connaît la force thermo-électrique correspondante  $E$ .

» J'ai pu déterminer cette force électromotrice par la méthode de compensation, en employant un électromètre de M. Lippmann au lieu de galvanomètre; l'appareil thermo-électrique est formé de petits vases en terre poreuse remplis de l'électrolyte fondu et plongés dans un bain du même sel; par un procédé convenable de chauffage, on peut produire une différence entre les températures  $t$  et  $t'$  des deux tubes; deux fils d'un même échantillon de métal entourent les réservoirs de deux thermomètres à mercure gradués jusqu'à  $460^\circ$ , parfaitement recuits et comparés tous deux à un thermomètre étudié dans des expériences antérieures; ils plongent chacun

par une de leurs extrémités dans l'un des vases et sont reliées par l'autre à l'électromètre. Pour éviter les effets de la polarisation, on ne peut opérer qu'avec un sel du métal employé A, ou bien avec un sel d'un autre métal, auquel on a ajouté une certaine quantité du même sel de A.

» Les forces thermo-électriques ainsi mesurées ont le même signe et presque la même valeur que celles trouvées par M. Bouty (1) dans le cas des dissolutions saturées; on constate, par exemple, qu'avec l'argent dans l'azotate d'argent fondu la force thermo-électrique E est sensiblement indépendante de la valeur absolue des températures et proportionnelle à la différence  $t - t'$ ; elle a pour valeur entre  $310^{\circ}$  et  $400^{\circ}$ , pour une différence de  $1^{\circ}$  (rapportée au thermomètre à air),  $E = 0^{\text{volt}}, 00027.5$  (en dissolution,  $E = 0^{\text{volt}}, 00024.5$ ); le métal chaud est à l'extérieur le pôle négatif; au contraire, avec le zinc dans le chlorure de zinc, le zinc chaud est positif et la force électromotrice est égale à  $0^{\text{volt}}, 00013$  pour  $1^{\circ}$  (en dissolution très concentrée, M. Bouty a trouvé exactement la même valeur).

» Si le sel vient à se solidifier dans l'un des vases, on ne constate pas de changement dans la force thermo-électrique; il est également indifférent qu'il se solidifie dans l'autre. Le métal considéré peut lui-même être amené à l'état liquide, comme le bismuth dans le trichlorure de bismuth; on ne constate aucune variation dans la valeur de la force thermo-électrique au moment de la fusion.

» Quand on mélange de l'azotate de soude avec de l'azotate d'argent, la force thermo-électrique au contact de l'argent varie avec le poids  $x$  d'azotate d'argent contenu dans  $1^{\text{gr}}$  du mélange, suivant la formule

$$E = \frac{a \cdot 10^{-2} \text{ volts}}{b - x} h, \quad \text{où} \quad a = 58,16, \quad b = 1,154.$$

Dans ce cas, des troubles considérables se produisent lorsque le sel se solidifie dans l'un des vases; ils sont dus à des différences de concentration produites par des inégalités dans la solidification (2).

» II. On sait que, dans le cas le plus ordinaire où la loi de Volta (deux métaux réunis par un même électrolyte de manière à former une pile ouverte se mettent au même niveau potentiel) s'applique, l'effet Peltier

(1) *Comptes rendus*, t. XC, p. 317.

(2) On constate, en effet, directement, l'existence de courants dus à des différences de concentration de l'azotate d'argent dans l'azotate de soude fondus, baignant deux électrodes d'argent; la force électromotrice d'un tel système peut atteindre jusqu'à  $0^{\text{volt}}, 22$ .

mesure la différence entre la *chaleur chimique* et la *chaleur voltaïque* d'une pile réversible ; si cette différence est nulle, la théorie d'Helmholtz (1) permet de prévoir que la force électromotrice doit être indépendante de la température. Malheureusement, pour vérifier ces conséquences, dans le cas des piles à électrolytes fondus, on ne peut employer qu'un nombre très restreint de couples à cause de la nécessité d'opérer avec deux métaux et un sel de même acide de chacun d'eux, existant à une même température ; d'autre part, les données thermiques nécessaires font le plus souvent défaut ; il y a lieu, en outre, d'observer que, d'après les remarques de M. Berthelot (2), la chaleur chimique correspondant à une réaction produite entre deux corps amenés à l'état liquide peut elle-même varier très notablement avec la température.

» Je considérerai seulement ici le couple réversible le plus simple que j'aie pu réaliser : zinc | chlorure de zinc, protochlorure d'étain | étain. La faible valeur de l'effet Peltier au contact du zinc et du chlorure de zinc, d'une part, et de l'étain fondu et du chlorure d'étain, d'autre part (0,000028 pour 1°), fait prévoir que la force électromotrice de cette pile ne doit pas être très différente de celle que l'on calculerait en supposant l'égalité de la chaleur chimique et de la chaleur voltaïque. D'après M. Thomsen, la chaleur dégagée par la substitution dans le chlorure d'un équivalent de zinc à un équivalent d'étain, rapportée à l'état solide, est 8<sup>Cal</sup>,4 ; il est facile de voir, en tenant compte des remarques de Person (3) et de M. Berthelot, que la chaleur dégagée à l'état liquide doit être assez voisine, mais plus faible.

» La force électromotrice calculée serait 0<sup>volt</sup>,363 ; la moyenne de plusieurs expériences a fourni 0<sup>volt</sup>,37 à l'état solide, et 0<sup>volt</sup>,355 à l'état liquide (4) ; j'ai, d'autre part, constaté qu'entre 250°-350° la force électromotrice de la pile est presque complètement indépendante de la température. On peut en conclure, d'après un théorème dû à M. Lippmann, que la chaleur spécifique du système ne varie pas par suite du passage de l'électricité.

» Si l'on construit une pile où l'un des électrolytes est fondu à une

(1) *Wied. Ann.*, neue Folge, 111; 1878.

(2) *Mécanique chimique*, t. I, *passim*.

(3) *Annales de Chimie et de Physique*, 3<sup>e</sup> série, t. XXI.

(4) Par comparaison avec un élément Gouy, étalonné par M. Pellat.

certaine température, tandis que l'autre reste solide, comme par exemple le couple zinc — chlorure de zinc fondu, chlorure d'argent solide — argent : vers 300°, on constate que la force électromotrice varie notablement avec la température ; cette variation est encore plus considérable si l'on prend un tube de verre pour l'un des électrolytes : le théorème de M. Lippmann fait prévoir le fait, car la chaleur spécifique de l'élément varie par suite du changement d'état produit par le courant dans le système.

» On voit donc, en résumé, que la théorie d'Helmholtz et ses conséquences se vérifient encore dans le cas des piles où les électrolytes sont amenés à être conducteurs, non plus par dissolution, mais par une élévation de température (1).

**ÉLECTROCHIMIE. — Électrolyse par fusion ignée des oxyde et fluorure d'aluminium. Note de M. ADOLPHE MISET.**

« Les applications de l'électrolyse par *fusion ignée* ont été limitées jusqu'à ce jour aux recherches de Davy sur la constitution des oxydes alcalins et alcalino-terreux, à celles de Bunsen sur la production des métaux alcalino-terreux et du magnésium, aux travaux de Mathiessen et Troost sur la production du lithium, aux travaux de M. Moissan sur la production du fluor.

« Ce mode d'opération n'était, en réalité, utilisé que dans les recherches purement spéculatives ; j'ai voulu en faire le point de départ d'une série d'applications de l'Électricité à la Chimie.

« Dans cet ordre d'idées, l'électrolyse par fusion ignée des sels halogéniques d'aluminium était tout indiquée, en ce sens que sa réalisation fixait un double progrès : la solution d'un problème général, susceptible d'une foule d'applications, et la production facile d'un métal qui peut être considéré à plus d'un titre comme le métal de l'avenir.

« Mes recherches ont été poursuivies sans interruption, pendant trois années ; elles ont porté sur les oxyde et fluorure d'aluminium.

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire d'Enseignement physique, à la Sorbonne.

*Constantes électriques de l'électrolyse par fusion ignée des oxyde  
et fluorure d'aluminium.*

| Date<br>de<br>l'expérience.<br>1887. | Nature<br>de<br>la cathode. | Durée<br>de<br>l'expérience.<br>h | Différence<br>de<br>potentiel    |                         | Poids du métal |          | Coefficient<br>de<br>rendement. |
|--------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------------|----------------|----------|---------------------------------|
|                                      |                             |                                   | Intensité<br>du<br>courant<br>I. | aux<br>électrodes<br>E. | déposé.        | calculé. |                                 |
|                                      |                             |                                   | amp                              | volt                    | gr             | gr       | pour 100                        |
| 7 mai...                             | charbon                     | 12                                | 89                               | 5,5                     | 200            | 363      | 55                              |
| 8 juin ...                           | charbon                     | 12                                | 124                              | 5,5                     | 320            | 506      | 63                              |
| 13 juillet..                         | charbon                     | 14                                | 90                               | 4,0                     | 260            | 428      | 60                              |
| 25 juillet..                         | charbon                     | 24                                | 113                              | 4,5                     | 570            | 922      | 61                              |
| 27 sept ...                          | fer                         | 23                                | 100                              | 5,5                     | 400            | 782      | 51                              |
| 30 oct ....                          | charbon                     | 12                                | 200                              | 4,25                    | 520            | 816      | 63                              |
| 26 nov....                           | charbon                     | 12                                | 142                              | 4,75                    | 380            | 579      | 65                              |
| 10 déc....                           | charbon                     | 12                                | 160                              | 5,75                    | 420            | 653      | 64                              |
| 1888.                                |                             |                                   |                                  |                         |                |          |                                 |
| 27 janv ...                          | charbon                     | 12                                | 110                              | 5,0                     | 270            | 449      | 60                              |
| 4 févr. ...                          | charbon                     | 13                                | 180                              | 6,0                     | 500            | 796      | 62                              |
| 24 mars...                           | charbon                     | 12                                | 255                              | 5,5                     | 600            | 1040     | 57                              |
| 4 août...                            | charbon                     | 12                                | 360                              | 6,0                     | 1000           | 1469     | 68                              |
| 1889.                                |                             |                                   |                                  |                         |                |          |                                 |
| 23 juillet..                         | charbon                     | 22                                | 650                              | 5,8                     | 2430           | 4860     | 50                              |
| 24 juillet..                         | charbon                     | 22                                | 650                              | 5,8                     | 2550           | 4860     | 52                              |
| 30 sept. ...                         | charbon                     | 20                                | 700                              | 5,6                     | 2600           | 4760     | 54                              |
| 10 oct. ...                          | charbon                     | 20                                | 700                              | 5,6                     | 2600           | 4760     | 54                              |
| 20 nov....                           | charbon                     | 20                                | 800                              | 5,6                     | 2800           | 5440     | 52                              |
| 22 nov....                           | fer                         | 20                                | 800                              | 5,8                     | 3400           | 5440     | 62                              |
| 5 déc....                            | fer                         | 20                                | 800                              | 5,8                     | 3600           | 5440     | 66                              |
| 1890.                                |                             |                                   |                                  |                         |                |          |                                 |
| 15 janv ...                          | fer                         | 11                                | 950                              | 6,0                     | 2100           | 3550     | 60                              |
| 20 janv ...                          | fer                         | 7                                 | 975                              | 6,1                     | 1900           | 2320     | 82                              |
| 7 févr. ...                          | charbon                     | 7                                 | 1200                             | 6,35                    | 1680           | 2860     | 60                              |

» Ce Tableau indique la quantité du métal obtenu en fonction du temps et de la quantité d'électricité mise en jeu.

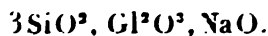
» Ces résultats n'ont pu être réalisés que par la création de tout un système d'appareils nouveaux. J'ai pu établir également la théorie de ces phénomènes (1). »

(1) Je dois exprimer ma reconnaissance envers MM. Myrthil et Ernest Bernard qui m'ont encouragé pour ces expériences et qui m'ont donné, dans leur usine de Creil, les moyens d'en obtenir la réalisation.

CHEMIE. -- *Sur les silicoglucينات de soude.* Note de MM. P. HACTEFECULLE  
et A. PENNEY, présentée par M. Troost.

» Nous avons décrit, dans une précédente Note, un certain nombre de silicoglucينات de potasse, que nous avons obtenus en faisant agir le vanadate neutre de potasse sur des mélanges de silice, de glucine et d'alcali. Appliquant la même méthode de minéralisation, nous avons préparé des silicoglucينات de soude cristallisés qui, par leur forme et par leur composition, s'éloignent des combinaisons potassiques.

» I. Le mélange renfermant la silice, la glucine et la soude dans les mêmes proportions qu'une néphéline glucinique,  $2\text{SiO}^2 + \text{Gl}^2\text{O}^3 + \text{NaO}$ , chauffé avec un excès de vanadate neutre de soude, vers  $800^\circ$ , nous a donné des cristaux qui, débarrassés de leur gangue par la digestion dans l'eau chaude suivie de lévignations, ont présenté à l'analyse la composition



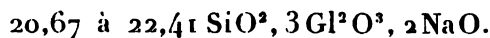
Ces cristaux ont la forme d'un prisme hexagonal tronqué par une pyramide hexaèdre très développée; les angles de la troncature sont très voisins des angles de la pyramide  $b^{\frac{2}{3}}$  de la néphéline aluminique. Parfois, comme aussi celle de la néphéline, la pyramide est très surbaissée et basée. L'existence de clivages est indiquée par des glaces intérieures fréquemment parallèles à la base, plus rarement perpendiculaires aux pans.

» Les cristaux sont biréfringents, uniaxes et négatifs. Leur cassure est conchoïdale. Transparents ou légèrement opalins, ils doivent à des traces d'oxyde de vanadium une coloration bleue ou verte tout à fait caractéristique, que l'on peut seulement atténuer en substituant, dans leur préparation, le nitrate de soude au carbonate. Ils fondent facilement au chalumeau; les acides concentrés les attaquent lentement à froid.

» II. Nous avons pensé qu'il y aurait avantage, dans la préparation du silicate précédent, à substituer aux éléments de la néphéline le mélange  $3\text{SiO}^2 + \text{Gl}^2\text{O}^3 + \text{NaO}$ . Mais cette substitution a donné lieu à la production d'une espèce nouvelle, résistante à l'action des acides, cristallisée en prismes clinorhombiques portant modification sur les angles  $e$ , et dont la formule répond à celle de l'albite glucinique  $6\text{SiO}^2, \text{Gl}^2\text{O}^3, \text{NaO}$ .

» III. Nous avons forcé le dosage de la silice et n'avons mis à sa dispo-

sition d'autre alcali que celui qu'elle pourrait emprunter au vanadate neutre de soude. Une série d'expériences faites sur des mélanges renfermant  $4,5\text{SiO}^2 + \text{Gl}^2\text{O}^3$  nous a donné des cristaux offrant la forme de prismes orthorhombiques modifiés sur leurs angles obtus et possédant la composition



» IV. Puis, inversement, nous avons forcé le dosage de l'alcali. En premier lieu, nous avons conservé entre la silice et la glucine le rapport  $\frac{2}{7}$  équivalent. La minéralisation du mélange  $2\text{SiO}^2 + \text{Gl}^2\text{O}^3 + 1,5\text{NaO}$  nous a donné des cristaux dont la nuance était plus pâle, mais dont la forme apparaissait, au premier examen, identique à celle des cristaux bleus ou verts, décrits au commencement de cette Note. Lorsque cependant nous les avons mis en digestion dans l'acide chlorhydrique, nous les avons vus se creuser de cannelures transversales de plus en plus profondes, et finalement se disloquer en courts tronçons incolores. Cette dislocation mettait en évidence la structure du cristal, composé d'assises superposées, alternativement attaquables par l'acide et résistantes à son action.

» Les premières, colorées en bleu vert, étaient formées par le silicoglucinate déjà isolé  $3\text{SiO}^2, \text{Gl}^2\text{O}^3, \text{NaO}$ . Il eût été fort long de les dissoudre entièrement; mais, lorsque la digestion des cristaux dans l'acide eut été prolongée quelques jours, nous parvîmes, à l'aide du tungstoborate de cadmium, à isoler un produit homogène, formé des tronçons incolores, qui présenta la composition  $15\text{SiO}^2, 2\text{Gl}^2\text{O}^3, 3\text{NaO}$ .

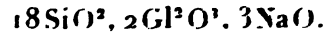
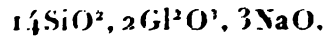
» Enfin, conservant dans le mélange soumis à la minéralisation la proportion de  $\frac{4}{1,5}$  équivalent entre la glucine et la soude, nous avons élevé le dosage de la silice jusqu'à 7 équivalents. Nous avons alors obtenu des cristaux de structure homogène, ayant pour composition



» Du reste, les deux silicoglucينات renfermant la glucine et la soude dans la proportion de  $\frac{2}{3}$  équivalent ont la même forme, celle d'un prisme orthorhombique modifié par les faces  $g^1, g^3, c^1, a^1$ . Dans les cristaux de structure complexe, dont les assises successives appartiennent aux deux espèces  $3\text{SiO}^2, \text{Gl}^2\text{O}^3, \text{NaO}$  et  $15\text{SiO}^2, 2\text{Gl}^2\text{O}^3, 3\text{NaO}$ , l'association du prisme orthorhombique modifié et du prisme hexagonal se fait par superposition des bases des deux prismes.

» Nous n'avons pu mesurer sur les échantillons obtenus les angles du

prisme; mais, en substituant comme agent minéralisateur le tungstate de soude au vanadate, nous avons obtenu des cristaux qui doivent être respectivement rapportés aux mêmes espèces que les précédents, car ils ont même forme et même composition :

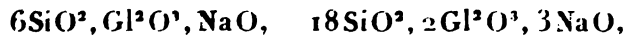
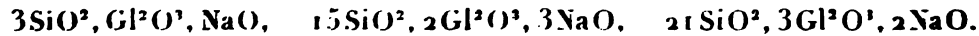


Sur les cristaux renfermant  $14\text{SiO}^2$ , nous avons mesuré

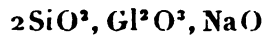
$$m/m = 119^\circ 32', \quad g^2/g^2 = 81^\circ 45'.$$

Pour préparer ces deux derniers lots de cristaux, nous avons chauffé pendant un mois, avec 10 à 12 parties de tungstate neutre de soude, à  $750^\circ$  et  $850^\circ$ , les mélanges  $6\text{SiO}^2 - \text{Gl}^2\text{O}^3 + \text{NaO}$  et  $6\text{SiO}^2 + \text{Gl}^2\text{O}^3$ . Une série de traitements par l'eau, l'acide chlorhydrique, l'ammoniaque, le tungstoborate de cadmium, nous a permis d'isoler les espèces pures.

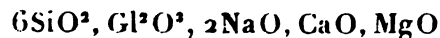
» V. Nous avons donc préparé par une même méthode et isolé cinq silicoglucينات de soude qui, d'après le rapport existant entre leurs bases, peuvent être classés en trois séries :



A cette nomenclature, joignons la néphéline glucinique



et la mélilite glucinique



que nous avons pu reproduire synthétiquement, comme la leucite glucinique, par la fusion de leurs éléments, suivie de recuit. »

CHIMIE. — *Sur le rôle des corps étrangers dans les fers et les aciers : relation entre leurs volumes atomiques et les transformations allotropiques du fer.*  
Note de M. F. OSMOND, présentée par M. Troost.

« J'ai eu plusieurs fois l'honneur, pendant ces dernières années et tout récemment encore <sup>(1)</sup>, d'entretenir l'Académie des transformations allo-

(1) *Comptes rendus*, séances des 26 octobre et 6 décembre 1886, 4 avril 1887 et 3 février 1890.



tropiques du fer et du rôle que jouent dans ces transformations les corps étrangers alliés.

» D'autre part, M. le professeur W.-C. Roberts-Austen, de Londres, en étudiant l'effet produit sur les propriétés mécaniques de l'or par l'addition d'un même poids (0,20 pour 100 environ) de dix-sept métaux étrangers, avait découvert une curieuse relation entre les résultats obtenus et la position des métaux alliés dans la classification périodique (1).

» M. Roberts-Austen avait entrevu dès lors qu'une relation analogue devait exister pour le fer. Mais les fers et les aciers du commerce sont des produits si multiples, et le même métal peut revêtir des aspects si différents que la relation cherchée ne se dégagait pas nettement de l'examen des propriétés mécaniques.

» En revoyant mes anciennes expériences avec ces nouvelles idées pour guides, je crus reconnaître que la loi de M. Roberts-Austen était bien fondée, et de nouveaux essais, entrepris pour la vérifier, n'ont fait que confirmer ma première appréciation.

» Les corps étrangers dont j'ai pu, d'une façon plus ou moins complète, étudier expérimentalement l'action sur les points critiques du fer, sont inscrits ci-dessous, en deux colonnes, selon l'ordre des volumes atomiques croissants :

| I.              | Volume<br>atomique. | II.             | Volume<br>atomique. |
|-----------------|---------------------|-----------------|---------------------|
| Carbone .....   | 3,6                 | Chrome.....     | 7,7                 |
| Bore .....      | 4,1                 | Tungstène ..... | 9,6                 |
| Nickel.....     | 6,7                 | Silicium .....  | 11,2                |
| Manganèse ..... | 6,9                 | Arsenic.....    | 13,2                |
| Cuivre.....     | 7,1                 | Phosphore ..... | 13,5                |
|                 |                     | Soufre.....     | 15,7                |

» Les corps de la colonne I, dont le volume atomique est plus petit que celui du fer (7,2), retardent pendant le refroidissement, toutes choses égales d'ailleurs, la transformation du fer  $\beta$  en fer  $\alpha$  et celle du carbone de trempe en carbone de recuit. Pour ces deux raisons, ils tendent à augmenter, à vitesse de refroidissement égale, la proportion de fer  $\beta$  qui subsiste dans le fer ou l'acier refroidi et, par suite, la dureté du métal : ils sont l'équivalent d'une trempe plus ou moins vive (2).

(1) *Philos. Trans. roy. Soc. London*, t. CLXXIX, p. 339-349; 1888.

(2) Aux corps de la colonne I, on pourrait ajouter l'hydrogène qui rend dur et

« Au contraire, les corps de la colonne II, dont le volume atomique est plus grand que celui du fer, tendent à relever ou du moins à maintenir près de sa position normale, pendant le refroidissement, la température de transformation du fer  $\beta$  en fer  $\alpha$ ; de plus, ils rendent la transformation inverse plus ou moins incomplète pendant le chauffage et latent, à l'ordinaire, la transformation du carbone de trempe en carbone de recuit (1). Ils maintiennent donc le fer à l'état  $\alpha$  aux températures élevées et, à plus forte raison, dans le métal refroidi; ils seraient ainsi, par leur influence sur le fer, une cause de douceur et de malléabilité, comme le recuit, si leurs propriétés personnelles ou celles de leurs composés ne venaient souvent masquer en partie cette conséquence naturelle de leur présence.

« Le rôle essentiel des corps étrangers alliés au fer est donc d'avancer ou de retarder, pendant le refroidissement, la transformation allotropique de ce métal et de rendre la transformation plus ou moins incomplète, dans un sens ou dans l'autre, selon que leur volume atomique est plus grand ou plus petit que celui du fer.

« En d'autres termes, les corps étrangers à faible volume atomique tendent à faire prendre ou conserver au fer celle de ses formes moléculaires sous laquelle il possède lui-même son moindre volume atomique; et les corps à grand volume atomique produisent l'effet inverse.

« Il est à remarquer que le carbone, tout en obéissant à la loi générale, possède la propriété de subir, pour son compte, à une certaine température critique, une transformation dont la nature est encore contestable, mais dont l'existence est incontestée. Cette propriété fait toujours au carbone une place à part dans la métallurgie du fer. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur des acides dioxyphosphiniques et des acides oxyphosphineux*. Note de M. J. VILLE, présentée par M. Friedel.

« Dans deux Notes précédentes que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie (2), j'ai montré que, sous l'influence de la chaleur, les aldé-

---

cassant, comme on le sait, le fer déposé par électrolyse; peut-être vaudrait-il mieux dire ici, avec Graham, l'*hydrogenium*, car l'hydrogène gaz ne paraît pas avoir d'action bien marquée sur les températures critiques.

(1) Le tungstène seul a présenté certaines anomalies.

(2) *Comptes rendus*, t. CVII, p. 659; t. CIX, p. 71.

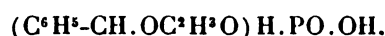
hydes s'unissent directement à l'acide hypophosphoreux, pour donner des acides trivalents et monobasiques, des *acides dioxyphosphiniques*. En poursuivant cette étude, j'ai constaté que l'acide hypophosphoreux, en agissant sur les aldéhydes, peut donner, en même temps que ces acides dioxyphosphiniques, des acides divalents et monobasiques, des *acides oxyphosphineux*. Cette Note a pour but d'indiquer l'existence de cette nouvelle classe d'acides.

» Les eaux mères de l'acide dioxybenzylphosphinique donnent avec l'acétate neutre de plomb un abondant précipité blanc. En décomposant par l'hydrogène sulfuré ce précipité plombique, j'ai obtenu un produit cristallisé en fines lamelles solubles dans l'eau, l'alcool et l'éther. Ce corps, à réaction fortement acide, décompose les carbonates et attaque le zinc et le fer avec dégagement d'hydrogène. Il fond vers 90° et commence à se décomposer à 140° avec mise en liberté d'aldéhyde benzoïque; chauffé plus fortement, il abandonne de l'hydrogène phosphoré, se colore en brun et donne finalement un charbon volumineux imprégné d'acide métaphosphorique. Ce corps présente les réactions de l'acide phosphoreux; sans action réductrice sur le sulfate de cuivre, il réduit, lentement à froid et rapidement à chaud, l'azotate d'argent avec formation d'un précipité noir d'argent métallique, et le bichlorure de mercure avec précipitation de calomel cristallisé.

» L'analyse montre que ce corps renferme les éléments d'une molécule d'acide hypophosphoreux et d'une molécule d'aldéhyde benzoïque. C'est un acide divalent et monobasique, comme l'indique la composition du sel de baryum et du dérivé acétylé que j'ai obtenus.

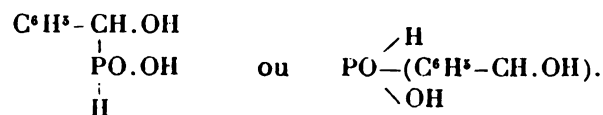
» *Sel de baryum* [(C<sup>6</sup>H<sup>5</sup>-CH.OH)H.PO.O]<sup>2</sup>Ba,  $\frac{1}{2}$ H<sup>2</sup>O. — Petits mamelons formés par la réunion de lamelles microscopiques renfermant une demi-molécule d'eau de cristallisation, qu'elles perdent de 105° à 110° (H<sup>2</sup>O trouvé en centièmes 1,88; théorie 1,84.

» *Dérivé acide acétylé (acide benzoacétylphosphineux)*



Corps solide, jaunâtre, d'aspect résineux, facilement soluble dans l'alcool et dans le chloroforme, insoluble dans l'éther et dans la benzine. L'eau, dans laquelle il est également insoluble, le dédouble à la longue en acide acétique et acide oxybenzylphosphineux. Ce dédoublement se fait rapidement sous l'influence de la potasse.

» Le corps retiré des eaux mères de l'acide dioxybenzylphosphinique est donc un acide divalent et monobasique, un acide oxyphosphineux. Je l'ai désigné sous le nom d'acide oxybenzylphosphineux; sa constitution est exprimée par la formule

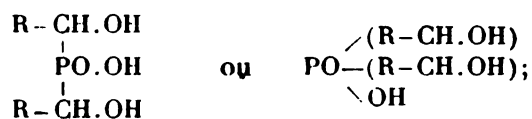


» J'ai pu également obtenir les dérivés analogues, correspondant aux aldéhydes

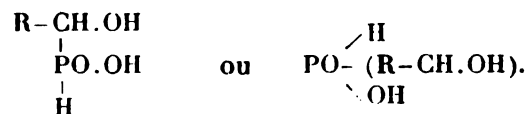
œnanthylque, valérique, cuminique, salicylique, c'est-à-dire les acides oxyœnanthylphosphineux, oxyisoamylphosphineux, oxycumylphosphineux, oxysalicylphosphineux. Leur étude sera exposée dans un travail plus étendu.

» En résumé, les aldéhydes s'unissent à l'acide hypophosphoreux pour donner deux nouvelles classes d'acides :

» 1<sup>o</sup> Des acides trivalents et monobasiques, acides dioxyphosphiniques, formés par l'union directe des éléments de deux molécules d'aldéhyde et d'une molécule d'acide hypophosphoreux; leur constitution est exprimée par la formule générale



» 2<sup>o</sup> Des acides divalents et monobasiques, résultant de la combinaison directe de l'acide hypophosphoreux et de l'aldéhyde, molécule à molécule, dont la constitution est exprimée par la formule générale



» Ce dernier groupe d'acides, acides oxyphosphineux, présente les réactions caractéristiques de l'acide phosphoreux.

» J'ai constaté que les proportions d'acide dioxyphosphinique et d'acide oxyphosphineux obtenues dépendent des quantités relatives d'aldéhyde et d'acide hypophosphoreux mises en expérience. La quantité d'acide oxyphosphineux augmente avec la proportion d'acide hypophosphoreux réagissant; quand, au contraire, on opère avec une quantité relativement considérable d'aldéhyde, on obtient une proportion plus grande d'acide dioxyphosphinique.

» Ces observations m'ont aussi indiqué les conditions expérimentales les plus favorables pour la préparation de ces deux nouvelles classes d'acides. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide carballylique dibromé.*

Note de M. E. GUINOCHET.

« 1. J'ai fait voir (*Comptes rendus*, t. CVIII, p. 300) que si l'on chauffe en tubes scellés à 115°-120°, pendant trente-six heures, 1 équivalent d'a-

cide aconitique avec 4 équivalents de brome, celui-ci est complètement absorbé. La solution étherée du liquide renfermé dans les tubes m'a donné, après évaporation dans le vide en présence d'acide sulfurique et de chaux éteinte, un résidu sirupeux qui a été traité par l'eau froide. Il s'est précipité une poudre blanche, que j'ai démontré être le bibromure d'acide aconitique monobromé  $C^{12}H^5BrO^{12}Br^2$  (*Comptes rendus*, t. CIX, p. 906). La solution aqueuse, séparée de ce précipité, a été évaporée dans le vide en présence d'acide sulfurique et de chaux vive, jusqu'à poids à peu près constant. Au bout d'un temps très long, il s'est formé un gâteau cristallin imprégné d'une eau mère très colorée et fortement sirupeuse, qui a été enlevée par un essorage prolongé à la trompe sur de l'amiant. La masse cristalline a été délayée dans une très petite quantité d'eau froide, essorée de nouveau, et enfin mise à sécher en présence d'acide sulfurique et d'oxyde de mercure jaune, pour enlever toute trace d'acide bromhydrique en excès.

» 2. Le corps ainsi obtenu, se présente, après recristallisation dans l'eau, sous la forme de fines aiguilles prismatiques, excessivement solubles dans l'eau, l'alcool, l'éther; les solutions se sursaturent avec la plus grande facilité. La composition de ces cristaux répond à la formule d'un hydrate de bibromure d'acide aconitique  $C^{12}H^6O^{12}Br^2 + HO$ , qu'on peut envisager aussi comme l'acide carballylique dibromé  $C^{12}H^6Br^2O^{12} + HO$ . La neutralisation de 100 parties de cet acide a exigé, avec la phénolphtaléine, 66,6-66,7 de BaO (théorie 66,99).

» 3. Cet acide est tribasique, ainsi que le démontre la composition des sels de potasse, de chaux et de baryte, que j'ai préparés en ajoutant à la solution aqueuse concentrée de cet acide les bases correspondantes, jusqu'à neutralité, à la phénolphtaléine, et en évaporant très rapidement dans le vide et à froid les solutions obtenues.

» *Sel de potasse*  $C^{12}H^3K^3O^{12}Br^2 + 6HO$ . — Poudre cristalline, excessivement soluble dans l'eau, ne changeant de poids ni à la température ordinaire dans le vide ni à l'étuve à eau bouillante, mais s'altérant dès la température de 130°, en brunissant fortement.

» *Sel de chaux*  $C^{12}H^3Ca^3O^{12}Br^2 + 4HO$  (dans le vide sec). — La solution, concentrée rapidement dans le vide, donne une masse vitreuse incolore, qui s'altère dès la température de 100°. Dissous dans une très petite quantité d'eau froide, ce sel a été précipité par un grand excès d'alcool à 90° et lavé avec cet alcool; la poudre ainsi obtenue est amorphe et, après dessiccation dans le vide, répond à la formule  $C^{12}H^3Ca^3O^{12}Br^2$ .

» *Sel de baryte*  $C^{12}H^3Ba^3O^{12}Br^2 + 5HO$  (dans le vide sec). — Poudre blanche amorphe ne changeant pas de poids à 100° et s'altérant dès la température de 115°.

» 4. L'acide carballylique dibromé hydraté fond au-dessous de 100°, en dégageant des vapeurs d'acide bromhydrique; si l'on continue à chauffer, il s'altère en brunissant de plus en plus. Mais, si l'on reprend par l'eau, après refroidissement, la matière fondue et encore incolore, et si l'on fait concentrer dans le vide cette solution, elle se prend en une masse cristalline ayant toutes les propriétés du corps primitif. Quand on abandonne ce corps dans le vide sec à la température ordinaire, il perd constamment, mais très lentement, de son poids. La perte, plus considérable au commencement, semble, à partir d'un certain moment, assez régulière; toutefois, je n'ai pu obtenir un corps répondant à une formule déterminée, même au bout de deux mois : la teneur en brome avait augmenté, ainsi que le pouvoir acidimétrique.

» 5. Dissous dans l'eau froide, l'acide carballylique dibromé ne semble pas se décomposer, car son pouvoir acidimétrique ne change pas même au bout de plusieurs jours; de plus, la solution concentrée dans le vide à froid laisse cristalliser l'acide primitif. Cette solution froide donne, en présence d'un peu d'acide nitrique, avec le nitrate d'argent, un précipité de bromure d'argent dont le poids correspond à environ la moitié du brome. A chaud, il y a décomposition, et l'on obtient, après refroidissement, avec le nitrate d'argent, un poids de bromure variable avec les conditions de l'expérience, mais toujours plus considérable que dans le cas précédent.

» 6. En faisant réagir l'amalgame de sodium sur  $C^{12}H^6O^{12}Br^2 + HO$ , j'ai obtenu l'acide carballylique ordinaire. Ce fait présente un certain intérêt, si l'on se rappelle qu'en opérant dans les mêmes conditions avec  $C^{12}H^5BrO^{12}Br^2$ , j'ai montré (*Comptes rendus*, t. CIX, p. 906) qu'il se forme un isomère de l'acide carballylique (1). »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage de l'acide urique des urines au moyen d'une solution d'hypobromite de soude, à chaud*; par M. BAYRAC. (Extrait.)

« Parmi les matériaux azotés de l'urine, l'urée, l'acide urique et la créatinine sont seuls décomposés par l'hypobromite de soude et dégagent l'azote de leur molécule incomplètement à froid, complètement à chaud.

---

(1) Travail fait au laboratoire de M. Jungfleisch, à l'École supérieure de Pharmacie.

Les autres produits azotés, susceptibles *peut-être* de donner une partie de leur azote, se trouvent dans l'urine en quantités négligeables.

» Le principe de la méthode consiste à séparer l'acide urique des deux autres produits azotés, au moyen de l'alcool, et à faire agir, sur cet acide ainsi isolé, une solution concentrée d'hypobromite de soude à une température de 90°-100°.

» On évapore 50<sup>cc</sup> d'urine au bain-marie; on précipite l'acide urique du résidu par 5<sup>cc</sup> ou 10<sup>cc</sup> d'une solution d'acide chlorhydrique au  $\frac{1}{5}$  et on lave à l'alcool. Ce dissolvant enlève la créatinine et l'urée et laisse l'acide urique. Ce dernier corps est dissous au bain-marie avec vingt gouttes de soude des savonniers, et traité à 90°-100° par 15<sup>cc</sup> d'une solution concentrée d'hypobromite de soude....

» Le dosage d'acide urique par ce procédé est fait au bout de deux heures *au maximum*. Les résultats obtenus sont absolument semblables à ceux que donne la méthode la plus précise connue, c'est-à-dire la précipitation par le carbonate de soude, le chlorhydrate d'ammoniaque et l'acide chlorhydrique. Mais, par ce dernier procédé, il faut quarante-huit heures (1). »

HYGIÈNE. — *Recherches sur les microbes pathogènes dans les eaux filtrées du Rhône*. Note de MM. LORTET et DESPEIGNES, présentée par M. A. Chauveau.

« Les eaux potables distribuées à l'agglomération lyonnaise sont celles du Rhône, prises en amont de la ville et filtrées dans des galeries séparées du fleuve par une épaisseur de gravier récent, de 15<sup>m</sup> en moyenne. Ces chambres souterraines, murées sur les quatre faces, filtrent seulement par le fond. Or il résulte d'une analyse bactériologique, publiée en 1886, que les eaux libres du fleuve, au niveau de ces installations, renferment au moins 51 000 germes par litre, tandis que celles prises dans les galeries filtrantes, lorsque le Rhône n'est point en crue, n'en contiennent que 7 000 environ.

» Malgré cette épuration considérable, ces eaux laissent pourtant déposer rapidement, sur les bougies du filtre Chamberland fixé directement sur le service de distribution, une couche d'un limon onctueux au tou-

---

(1) Ce travail a été fait dans le laboratoire de M. le professeur Lépine, à Lyon.

cher, glaireux, fortement teinté en jaune par l'oxyde de fer, et formé surtout par une marne très finement pulvérisée, accompagnée d'une certaine quantité de matières organiques. Examiné au microscope, ce dépôt fourmille de bactéries de différentes formes, faciles à isoler les unes des autres par une culture méthodique. Il n'entre point dans notre plan de faire l'étude de chaque espèce prise isolément ; mais il nous a semblé qu'il était de la plus haute importance de savoir si les espèces pathogènes sont nombreuses dans une eau potable réputée d'excellente qualité et, en apparence, parfaitement filtrée.

» De nombreux cobayes, auxquels nous avons injecté le dépôt recueilli à l'intérieur du filtre Chamberland et délayé dans une eau stérilisée, ont péri pour la plupart, en présentant à l'autopsie des lésions variées, qui consistent surtout en épanchements dans le péritoine et la plèvre, accompagnés d'infarctus à peu près constants dans le foie et les poumons. Sur six cobayes, on a constaté des ulcérations nombreuses, quelquefois jusqu'à dix-sept, arrondies ou ovalaires, larges de près de 1<sup>cm</sup> et développées dans les glandes de Peyer du cæcum. Ces ulcérations ont pu être transmises à d'autres animaux par l'inoculation des parois intestinales ulcérées.

» Sur 27 cas de maladies expérimentales ayant amené la mort, nous en avons eu 8 provoqués par septicémie simple, 1 par pyoémie, 9 par congestion pulmonaire intense, 2 par hypopyon et 1 par un vaste abcès ayant décollé la peau de la paroi thoracique.

» Ce n'est point seulement la vase déposée dans le filtre Chamberland qui renferme des bactéries pathogènes. Les boues légères, brillantes, glaireuses, qui se précipitent à l'intérieur même des galeries de filtration sur les cailloux ou le sable du sol, contiennent aussi un nombre incalculable de bactéries virulentes. Les expériences récentes que nous venons de faire avec ce dépôt sont encore plus décisives que les premières, car tous les animaux inoculés jusqu'à ce jour ont été foudroyés en moins de quarante-huit heures.

» Après des résultats pareils, il nous semble qu'on est en droit de se demander si les galeries de filtration semblables à celles qui sont employées à Lyon remplissent bien les fonctions qu'on est en droit d'exiger d'elles. Ne font-elles même pas courir de très grands dangers à la santé publique, en concentrant en quelque sorte les microbes du fleuve dans un espace restreint? Dans les installations de ce genre, en effet, le feutrage fertile en bactéries se trouve, non pas à l'extérieur du filtre, mais à l'intérieur même, sous une couche d'eau immobile en apparence.



» Mais, ainsi que nous avons pu nous en assurer récemment, à la suite d'une crue moyenne du Rhône, lorsque la pression devient plus forte, les graviers filtrants sont forcés de travailler plus activement. Une poussée s'opère alors de bas en haut dans les masses aqueuses et détache de la couche fertile en microbes une quantité innombrable de germes, de particules marneuses, de matières organiques qui vont contaminer les réservoirs et les canaux de distribution. A ce moment, les eaux des galeries de filtration prennent une teinte nettement opaline, due à la présence de ces corpuscules étrangers, qui se déposent ensuite lentement sur les graviers du fond lorsque le niveau du fleuve revient à son état normal. »

**PATHOLOGIE PARASITAIRE.** — *Sur la nutrition du Champignon du muguet.*  
Note de MM. **GEORGES LIROSSIER** et **GABRIEL ROUX**, présentée par  
M. A. Chauveau.

« Nous avons, dans une Note récente, apporté quelques documents nouveaux sur la morphologie du Champignon du muguet. Quelque importance que les botanistes attachent aux considérations d'ordre morphologique, elles sont insuffisantes, dans l'état actuel de nos connaissances, pour permettre de caractériser un Champignon inférieur. Il faut y joindre l'étude attentive des conditions de sa nutrition et des transformations chimiques qu'il provoque dans les milieux où il végète.

» L'étude de la nutrition du Champignon du muguet est l'objet de la présente Note : nos recherches ont porté sur l'alimentation minérale, hydrocarbonée, azotée de cet organisme, et ont été conduites d'après les principes exposés dans le travail classique de Raulin sur l'*Aspergillus niger*, avec les modifications que rendait nécessaires la médiocrité des récoltes obtenues dans les conditions les plus favorables.

» *Alimentation minérale.* — L'oxygène libre est absolument indispensable au muguet, qui ne se développe ni dans le vide ni dans les gaz inertes, et finit même, au bout de plusieurs mois, par y périr. Toutes conditions égales d'ailleurs, les récoltes sont d'autant plus considérables que le végétal est baigné plus abondamment par l'air : telle est l'une des causes de l'abondance des cultures sur milieux solides. Dans un liquide, le muguet, qui n'a pas la propriété de former des voiles de surface, se développe d'autant plus péniblement que la profondeur est plus grande. On peut en juger

par les poids des récoltes obtenues dans la même quantité de liquides nutritifs identiques, l'épaisseur seule de la couche étant différente :

|                           |                  |                          |                              |
|---------------------------|------------------|--------------------------|------------------------------|
| Épaisseur du liquide..... | 20 <sup>mm</sup> | Poids de la récolte..... | 0 <sup>gr</sup> .031         |
| »                         | 36 <sup>mm</sup> | »                        | » ..... 0 <sup>gr</sup> .023 |

Par contre, l'action d'un courant d'air continu traversant un bouillon de culture s'est traduite par une augmentation de la récolte, qui s'est élevée à 0<sup>gr</sup>.027 au lieu de 0<sup>gr</sup>.016. Toutes conditions égales d'ailleurs, on a pu obtenir, dans une expérience, 8<sup>gr</sup>.080 de récolte au lieu de 0<sup>gr</sup>.065 en substituant l'oxygène à l'air atmosphérique à la surface de la culture.

» Au point de vue morphologique, la rareté de l'air semble le plus généralement favoriser la *filamentisation* du muguet. Il en résulte pour le végétal un état de souffrance, et nous avons indiqué que tout état de souffrance se traduit par une tendance à la formation des filaments; mais cette action est loin d'être constante, et c'est ce qui explique que nos premières expériences nous aient fait croire momentanément à une action filamentisante de l'oxygène (1).

» Quant aux aliments minéraux solides du muguet, leur étude nous a peu arrêtés. A cause du faible poids des récoltes obtenues dans les conditions les plus favorables, cet organisme convient aussi mal à de telles recherches que les moisissures vulgaires s'y prêtent bien. Nous avons seulement constaté qu'il se développe facilement dans un liquide renfermant par litre : phosphate de potassium, 0,75; sulfate de magnésium, 0,05; sulfate de fer, 0,02; sulfate de zinc, 0,02; silicate de sodium, traces; le tout additionné d'un aliment hydrocarboné et d'un aliment azoté convenables. L'addition à ce liquide d'autres substances minérales ne semble pas augmenter le poids des récoltes.

» *Alimentation hydrocarbonée.* — Nous avons cultivé du muguet dans d'égales quantités de liquides renfermant, avec les substances minérales ci-dessous énumérées, du sulfate d'ammonium et un aliment hydrocarboné variable : la valeur de ces différents aliments peut être exprimée par les poids suivants des récoltes obtenues dans le même temps :

|                 | gr    | Rapports centésimaux. |
|-----------------|-------|-----------------------|
| Glucose : ..... | 0,046 | 100                   |
| Saccharose..... | 0,036 | 78                    |

(1) *Comptes rendus*, t. CIX, p. 752.

|                        | gr     | Rapports centésimaux. |
|------------------------|--------|-----------------------|
| Dextrine.....          | 0,032  | 70                    |
| Mannite.....           | 0,031  | 63                    |
| Alcool.....            | 0,0165 | 36                    |
| Lactate de sodium..... | 0,017  | 37                    |
| Acide lactique.....    | 0,012  | 27                    |
| Gomme.....             | 0,007  | 15                    |

» Parmi ces substances, l'alcool et l'acide lactique ne sont nutritifs qu'à faible dose et deviennent toxiques quand leur proportion s'accroît dans le milieu de culture. Dans l'albumine, la glycérine, on n'obtient que des récoltes insignifiantes; dans l'acide tartrique et les tartrates, la végétation ne se traduit que par un trouble léger; dans le lactose, l'amidon, l'érythrite, l'acide acétique et les acétates, l'acide oxalique et les oxalates, l'aldéhyde, l'acétone, le phénol, la résorcine, l'hydroquinone, la pyrocatechine, le pyrogallol, la phloroglucine, l'orcine, l'acide gallique, nous n'avons obtenu aucun développement.

» On voit que c'est dans la série des hydrates de carbone que se trouvent les meilleurs aliments hydrocarbonés du muguet, et qu'ils semblent d'autant meilleurs que leur poids moléculaire est moins élevé.

» *Alimentation azotée.* — Nous avons cultivé du muguet dans d'égales quantités de liquides renfermant, avec les mêmes substances minérales que dans l'expérience précédente, du saccharose et des aliments azotés variables. Les poids des récoltes obtenues, dans le même temps, dans ces divers liquides, fournissent une expression numérique de la valeur des différents aliments azotés :

|                             | gr     | Rapports centésimaux. |
|-----------------------------|--------|-----------------------|
| Peptone.....                | 0,057  | 228                   |
| Leucine.....                | 0,028  | 112                   |
| Tartrate d'ammonium.....    | 0,025  | 100                   |
| Sulfate d'ammonium.....     | 0,023  | 92                    |
| Glycocolle.....             | 0,022  | 88                    |
| Tyrosine.....               | 0,021  | 84                    |
| Asparagine.....             | 0,021  | 84                    |
| Urée.....                   | 0,013  | 52                    |
| Acétamide.....              | 0,012  | 48                    |
| Gélatine.....               | 0,006  | 24                    |
| Albumine.....               | 0,004  | 16                    |
| Chlorhydrate d'aniline..... | 0,002  | 8                     |
| Azotate de sodium.....      | 0,0005 | 2                     |
| Pas d'azote.....            | 0,0005 | 2                     |

» Les indications de ce Tableau sont assez claires pour rendre toute explication inutile.

» *Influence de la réaction du milieu.* — Toutes conditions égales d'ailleurs, le muguet fournit dans les milieux légèrement alcalins des récoltes plus abondantes que dans les milieux neutres ou acides. Ce fait, déjà signalé par Kehrer et Kosegarten, semble en contradiction avec les enseignements de la Clinique, puisque les alcalins sont généralement employés pour combattre le muguet. Nous montrerons, dans un Mémoire plus développé (1), que cette contradiction n'est qu'apparente et disparaît devant une étude approfondie des conditions d'existence du muguet dans la bouche. •

**PHYSIOLOGIE.** — *Sur la perception des radiations lumineuses par la peau, chez les Protées aveugles des grottes de la Carniole.* Note de M. **RAPHAEL DUBOIS**, présentée par M. A. Chauveau.

« Chez le *Proteus anguinus*, les yeux sont très peu développés, cachés sous la peau et ne présentent aucun appareil de réfraction (2). La vision est très imparfaite chez ces animaux qui se heurtent à tous les obstacles placés sur leur passage. Pourtant, ils sont sensibles à la lumière et plusieurs observateurs ont noté avant nous qu'ils présentaient une photophobie très accusée.

» Lorsque les Protées sont laissés en repos dans l'obscurité, ils restent parfois longtemps dans une immobilité presque complète; mais, quand un rayon lumineux vient à frapper leur tégument, ils se mettent en mouvement pour échapper à cette excitation qui paraît les incommoder.

» Entre le moment de l'excitation lumineuse et la réaction motrice qu'elle provoque, et qui est très caractéristique, il s'écoule un certain temps qui constitue la *période latente de réaction*.

» La durée de cette période est assez fixe. On peut s'en assurer facilement en plaçant un Protée dans un cristallin entouré de papier noir et posé sur une table à l'abri des ébranlements du sol : au-dessus du cristallin, où l'eau se renouvelle constamment, on place une glace inclinée de 45°, et en face de cette glace une lanterne à projection renfermant une lampe à gaz à régulateur. Au moyen d'un obturateur, on peut projeter subi-

---

(1) *Archives de Médecine expérimentale*, 1<sup>er</sup> mars 1890.

(2) DESFOSSÉS, *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1729; 1882.

tement un rayon lumineux d'intensité constante qui, réfléchi par la glace, tombera normalement sur le tégument dorsal du Protée immobile au fond du cristalliseur. On peut également placer devant l'ouverture de la lanterne des verres colorés ou des cuves à faces parallèles renfermant des solutions athermanes ou colorées.

» Dans quarante-trois expériences, séparées par un quart d'heure de repos, la durée de la période latente de réaction a été en moyenne de onze secondes. Dans deux expériences seulement, la durée a excédé une minute et dans quatre autres une demi-minute.

» Quel est le siège de cette sensation nettement accusée par une réaction motrice? Si l'on promène un fin pinceau de lumière obtenu au moyen d'un photophore électrique sur le corps d'un Protée, on constate que les divers points du tégument sont sensibles, et plus particulièrement les régions de la queue et de la tête. La peau serait donc le siège d'une sensation lumineuse capable d'être perçue. Pour s'en assurer, il suffit de masquer les yeux rudimentaires du Protée au moyen d'un épais enduit de gélatine et de noir de fumée, le seul qui adhère bien à la peau visqueuse de l'animal.

» Dans trente expériences sur des Protées ainsi privés de l'usage de leurs yeux embryonnaires, la réaction a fait défaut trois fois seulement, et, dans vingt-sept passages de l'obscurité à la lumière, elle s'est montrée, en moyenne, au bout de vingt-quatre secondes, c'est-à-dire au bout d'un temps très court, double cependant de celui qui a été trouvé pour les animaux normaux. L'interposition d'une cuve à alun sur le trajet des radiations lumineuses ne modifie pas sensiblement les résultats obtenus par l'éclairage direct.

» Donc, le Protée distingue la lumière de l'obscurité par les yeux et par la peau, mais la sensibilité dermatoptique est deux fois moindre que la sensibilité oculaire.

» *Action des lumières colorées* (verres de couleur). — La durée de la période de réaction pour le passage de l'obscurité à la lumière colorée a été en moyenne : pour le passage du noir au violet, vingt-six secondes; au bleu, vingt-trois secondes; au rouge, seize secondes; au vert, treize secondes; au jaune, dix secondes et demie (1).

---

(1) Ces résultats ont été obtenus avec un Protée dont les yeux n'étaient pas recouverts. Les essais faits avec les animaux à yeux recouverts ont donné des résultats inconstants, dus probablement à ce que, par suite de l'exposition répétée à la lumière, la peau s'était fortement pigmentée et était devenue moins sensible.

» Ces chiffres, obtenus avec des verres non monochromatiques et exprimant des moyennes, n'ont pas une valeur absolue et indiquent seulement le sens général du phénomène. Mais ces résultats ont leur importance, si on les rapproche des observations plus précises que nous avons faites sur le mécanisme de la vision dermatoptique chez le *Pholas dactylus* (1), car ils ne paraissent pas produits par des différences de l'intensité de l'éclairage.

» Chez la Pholade, la notion d'intensité lumineuse est fournie par la plus ou moins grande amplitude de la contraction du système avertisseur, et la sensation chromatique par la plus grande rapidité de cette contraction. Il n'est pas impossible qu'il en soit de même chez le Protée, étant données les relations morphologiques et physiologiques existant entre la rétine des Vertébrés et la peau du siphon de la Pholade, et vraisemblablement aussi entre la rétine et la peau du Protée.

» La sensibilité de la peau de certains Vertébrés à la lumière n'est donc pas douteuse, et ce résultat est aussi intéressant au point de vue de l'évolution de la fonction que de son mécanisme.

» Les modifications localisées produites par l'action directe de la lumière sur la peau du Caméléon, signalées par Paul Bert, ne prouvent pas, ainsi que l'a fait remarquer ce savant lui-même, qu'il y ait dans ce cas sensation dermatoptique perçue. Les expériences si nombreuses et si patientes de Vitus Graber (2) sur les Tritons aveuglés ne prouvent pas davantage l'existence d'une sensation dermatoptique chromatique; mais il est probable qu'il s'agit simplement d'une sensation consciente ou inconsciente de *mieux être*, en rapport avec des modifications d'une fonction générale analogues à celles qui ont été observées par Fubini et Ronchi (3).

» En effet, nous avons observé que nos Protées placés dans les mêmes conditions que les Tritons aveuglés de Graber séjournaient plus volontiers, à défaut d'obscurité, dans la lumière rouge et dans la lumière jaune, qui agissent d'une manière opposée sur la fonction dermatoptique, l'une lentement et l'autre très vivement. On peut classer la préférence de l'éclairage pour les Protées de la manière suivante en série décroissante : noir, rouge, jaune, vert, violet, bleu, lumière blanche (4). Il n'y a donc rien de com-

(1) *Comptes rendus*, t. CIX, p. 233, et même tome, p. 320. ( Dans cette dernière Note, p. 322, ligne 3, lire croît au lieu de décroît. )

(2) VITUS GRABER, *Grundlinien zur Erforschung des Helligkeits- und Farbensinnes der Thiere*. Leipzig, 1884.

(3) *Comptes rendus*, 1876, et *Arch. per le Scienze med.* Torino, 1876.

(4) L'examen spectro-photométrique des verres employés dans ces expériences per-

mun entre cette élection et la sensation dermatoptique proprement dite que nous avons étudiée (1). »

ANATOMIE MICROSCOPIQUE. — *Sur les organes sécréteurs et la sécrétion de la cire chez l'Abeille.* Note de M. G. CARLET, présentée par M. Ranvier.

« Les organes sécréteurs de la cire ont été décrits jusqu'à présent dans des termes si vagues et il y a si peu de concordance entre les résultats des divers auteurs, que nous avons essayé, à notre tour, d'étudier la question.

» Contrairement à ce qui a été dit, ce n'est pas sur tous les arceaux ventraux de l'abdomen, à l'exception du premier et du dernier, que se fait la sécrétion de la cire, mais c'est sur tous les arceaux ventraux, à l'exception des deux premiers. Les quatre derniers arceaux ventraux pourraient donc s'appeler *arceaux ciriers*.

» Un arceau cirier est divisé en deux étages, l'un supérieur et glabre, l'autre inférieur et velu, l'Abeille étant orientée la tête en haut avec la face ventrale en avant. La partie glabre présente deux plaques pentagonales séparées l'une de l'autre par une bande sternale et entourées d'un cadre chitineux : nous les appellerons *plaques cirières*.

» La plaque cirière se compose de trois couches superposées dont l'une seulement, celle du milieu, que nous nommerons *membrane cirière*, sécrète la cire, ainsi que nous le démontrerons dans un instant. Nous donnerons à la couche superficielle le nom d'*écaille supérieure*; quant à la couche profonde, elle n'est autre chose qu'une partie du revêtement interne du squelette cutané et ne doit pas nous occuper ici.

» 1° *Écaille supérieure*. — Elle est très mince et, quand on l'examine au microscope, paraît décomposée en un réseau peu apparent de cellules, pour la plupart hexagonales, dont nous désignerons l'ensemble sous le nom de *réseau hexagonal*. Pour étudier convenablement ce réseau, nous avons soumis l'écaille à l'action des réactifs colorants. Celui qui nous a le mieux réussi est l'encre ordinaire; elle possède, en effet, un mordant spécial fixant parfaitement la couleur sur la cire, matière grasse qui

---

mettrait de les classer, sous le rapport de leurs intensités éclairantes relatives, dans l'ordre suivant en série décroissante : jaune, bleu, rouge, vert, violet.

(1) Laboratoire de Physiologie générale et comparée de la Faculté des Sciences de Lyon.

ne se laisse pas imprégner par tous les réactifs. Avec l'encre qu'on trouve dans le commerce sous le nom d'encre Gardot, nous avons obtenu des préparations d'un violet très doux et en même temps très tenace.

» Après avoir fait macérer, pendant quelques heures, l'écaille dans l'encre, on la monte dans la glycérine et l'on observe très nettement le réseau hexagonal qui n'était que peu apparent avant la coloration. On peut alors facilement se convaincre que ce réseau n'existe qu'à la face postérieure de l'écaille. De plus, chacun des hexagones se montre constitué par un amas de petites granulations violacées formant un pointille très délicat; enfin les divers polygones sont séparés les uns des autres par un lavis qui conserve la teinte légèrement jaunâtre de l'écaille et n'est pas coloré par l'encre. Si l'on fait glisser la pointe d'une aiguille sur la face postérieure de l'écaille ainsi colorée, on tracera à sa surface une ligne qui laissera voir le tissu de cette écaille intact et non réticulé. Ce sont, comme nous le montrerons plus loin, des granulations de cire qui constituent les hexagones du réseau; elles se colorent par l'encre et sont enlevées sur le parcours de l'aiguille. L'écaille supérieure est donc anhiste et ne présente nullement la structure cellulaire qu'on serait tenté de lui attribuer et qu'on lui a attribuée en effet, à l'examen superficiel du réseau hexagonal qu'elle offre au microscope. Quelques naturalistes regardent même encore ces prétendues cellules comme les organes sécrétieurs de la cire.

» Pour comprendre la formation du réseau hexagonal, il est indispensable d'étudier la membrane cirière.

» 2° *Membrane cirière.* — Appliquée directement contre l'écaille supérieure, elle a pour limites le cadre même de la plaque cirière, sur les côtés duquel elle vient se fixer. C'est une membrane épithéliale formée par une seule couche de cellules plates, pour la plupart hexagonales, ayant les mêmes dimensions que les mailles du réseau de l'écaille supérieure. En effet, chacun des polygones de l'écaille correspond à une cellule de la membrane cirière.

» Les cellules de la membrane cirière présentent un noyau central entouré d'un protoplasma chargé de granulations. Le noyau et les granulations se colorent vivement par l'encre; mais, si on laisse séjourner, un certain temps, l'arceau cirier dans l'essence de térébenthine, puis dans la benzine, avant de le plonger dans l'encre, celle-ci ne colorera plus que le noyau. Les granulations du protoplasma ont disparu après l'action des deux dissolvants de la cire, et cela suffit pour affirmer qu'elles sont constituées par de la cire. On peut donc appeler *cellules cirières* les cellules de la membrane cirière: ce sont elles qui sécrètent la cire et non de prétendues glandes intra-abdominales admises par quelques auteurs, qui ne les ont d'ailleurs ni décrites ni figurées. D'autre part, après sa sortie des liquides dissolvants de la cire, l'écaille est devenue d'une transparence parfaite et l'encre n'y révèle plus aucune trace du réseau hexagonal. Les hexagones pointillés sont donc formés par de la cire qui est sécrétée et déposée sous forme de granulations. A l'état naturel, ils se colorent par l'encre et, là où il n'y a pas de cire, c'est-à-dire dans l'intervalle des cellules cirières, qui correspond au ciment intercellulaire, le tissu de l'écaille reste incolore. Après l'action de l'essence et de la benzine, le dépôt de cire se dissout; alors l'écaille paraît ce qu'elle est en réalité: anhiste et hyaline. Elle ne joue aucun rôle dans la sécrétion de la cire, mais elle se laisse traverser par cette substance grasse. Pour démontrer ce dernier point, montons rapidement la plaque cirière dans la



glycérine, à la sortie des bains dissolvants; nous verrons, au bout de quelques heures un grand nombre de globules graisseux apparaître entre la lamelle de verre et la face externe de l'écaille. C'est la cire qui, renfermée encore dans l'épaisseur de l'écaille, vient ainsi sourdre au dehors, sous la forme de fines gouttelettes présentant tous les caractères optiques des globules de graisse.

» En résumé :

» 1° La cire est produite par les quatre derniers arceaux ventraux de l'abdomen.

» 2° Elle est sécrétée, non par la couche cuticulaire de ces arceaux ou par des glandes intra-abdominales, ainsi qu'on l'a supposé, mais bien par les cellules d'une membrane épithéliale que nous appelons *membrane cirière*.

» 3° Cette membrane est située entre deux feuillets dont l'un, extérieur, est la couche cuticulaire, tandis que l'autre, intérieur, forme le revêtement interne de la partie antéro-latérale de l'arceau ventral.

» 4° La substance cireuse traverse la couche cuticulaire pour venir s'accumuler au dehors, contre la face externe de cette couche, où elle constitue une lamelle de cire recouverte par l'arceau ventral précédent.

» 5° Ce passage de la cire à travers la cuticule, *admis* par les auteurs qui croyaient à l'existence de glandes cirières intra-abdominales, est aujourd'hui *démontré* expérimentalement par nos recherches. »

BOTANIQUE. — *Cultures expérimentales dans les hautes altitudes*. Note de M. GASTON BONNIER, présentée par M. Duchartre.

« On sait que les plantes de la région alpine n'ont, pour se développer, fleurir et fructifier, qu'une saison très courte, pendant l'absence des neiges. Cependant, ces plantes, qui sont toutes vivaces, mettent en réserve dans leurs parties souterraines une provision de nourriture relativement plus abondante que les plantes de plaine qui leur sont comparables. Par quelles modifications, par quelles adaptations spéciales une plante de la région alpine parvient-elle, après une évolution si rapide, à accumuler des réserves en si peu de temps? telle est la question que je me suis posée, et que j'ai cherché à résoudre expérimentalement depuis 1884.

» Pour ces recherches, j'ai établi de petits champs de culture à diverses hauteurs, dans les Alpes et dans les Pyrénées. Les stations les plus élevées sont, dans les Alpes, sur la chaîne du mont Blanc, à l'Aiguille de la Tour

( 2300<sup>m</sup> d'altitude ), et, dans les Pyrénées, sur la chaîne du pic d'Arbizon, au col de la Paloume ( 2400<sup>m</sup> ). Les autres stations de culture sont aux altitudes de 1060<sup>m</sup>, 740<sup>m</sup>, 200<sup>m</sup> et 50<sup>m</sup>. Dans plusieurs de ces stations inférieures, pour éliminer l'influence due à la nature du sol, on a transporté de la terre provenant de la station supérieure, de telle sorte que les plantes à comparer se trouvent sur un sol de même nature. De plus, pour établir les comparaisons, le plant cultivé à une altitude élevée et le plant cultivé à la station la plus basse provenaient du *même pied* qui avait été divisé en deux.

» Voici quelles ont été les principales modifications obtenues, soit dans l'aspect extérieur, soit dans la structure, pour les 165 espèces indigènes ou horticoles mises en cultures comparées.

» 1<sup>o</sup> *Aspect extérieur*. — On observe dès la première année dans le port de la plante un changement qui était facile à prévoir. Les végétaux de la station supérieure sont de taille plus petite et leurs rameaux sont beaucoup plus rapprochés du sol. D'après les observations que j'ai faites après la chute de la neige au milieu de la saison, la gelée qui se produit alors à une certaine distance au-dessus du sol et le poids de la neige tombée suffiraient peut-être pour expliquer ce que l'on appelle quelquefois le *nanisme* des plantes alpines. En tout cas, l'influence directe et immédiate du climat est ici manifeste.

» D'autres modifications ne pourraient pas s'expliquer d'une façon aussi simple et paraissent plutôt dues à l'influence de la lumière. C'est ainsi que des mesures faites au chronomètre indiquent, même après la première année de culture, que l'échantillon d'en haut a les fleurs plus colorées et les feuilles d'un vert plus foncé, surtout par transparence. En outre, les feuilles des plantes de la station supérieure sont plus épaisses que celles des plantes comparables de la station inférieure.

» 2<sup>o</sup> *Structure*. — Une première série de modifications paraissent être dues surtout aux brusques alternances de température qui se produisent en été dans la région alpine. Tous les tissus protecteurs ( liège, écorce, épiderme, hypoderme ) sont relativement plus développés ou à parois plus épaisses. Mais la différence de structure la plus importante réside dans le limbe des feuilles, dont l'épaississement plus grand est surtout formé, en général, par l'extension du tissu en palissade très riche en chlorophylle. Chez plusieurs espèces, on observe même deux rangées de cellules en palissade dans les feuilles des plants alpins, tandis que celles des plants de plaine n'en présentent qu'une seule rangée.

» Il résulte de là qu'une lumière de même intensité, tombant sur la même surface de feuille, traversera une quantité de chlorophylle beaucoup plus grande dans une feuille de plante alpine que dans la feuille comparable de plante de plaine. Par suite, pour une même lumière, l'assimilation chlorophyllienne devra être plus forte dans le premier cas que dans le second.

» Or, comme la lumière est plus intense dans la région alpine que dans les plaines, l'assimilation par les feuilles y sera *a fortiori* plus considérable. C'est ce que j'ai vérifié par des expériences physiologiques directes dont je donnerai le résumé dans une prochaine Note.

» *Conclusions.* — Il résulte des observations précédentes que la formation de réserves relativement abondantes dans les parties souterraines des plantes alpines peut s'expliquer, non seulement par la différence d'intensité lumineuse, mais aussi par l'adaptation spéciale des feuilles à une nutrition beaucoup plus active. Telle est la réponse à la question que je m'étais posée au début de ces études.

» On peut résumer ainsi qu'il suit les principales modifications observées, qui toutes sont dues directement au climat, de telle sorte que les conditions physiques du milieu déterminent elles-mêmes ces adaptations.

» *Toutes conditions, sauf le climat, égales d'ailleurs, chez les plantes cultivées dans la région alpine, on observe ordinairement que :*

» *Les tiges aériennes sont étalées, plus courtes et plus rapprochées du sol.*

» *Les fleurs sont plus colorées, les feuilles sont plus épaisses et d'un vert plus foncé.*

» *Les tissus protecteurs des tiges sont plus développés.*

» *Grâce à l'épaisseur plus grande du tissu en palissade et à l'abondance de la chlorophylle, l'assimilation par les feuilles est beaucoup plus considérable, à égalité de surface.*

» Cette dernière conclusion montre qu'il s'établit ainsi une sorte de compensation entre le faible développement des parties aériennes des plantes alpines et leur nutrition plus intense. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

M. B.



# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

### DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

SÉANCE DU LUNDI 24 FÉVRIER 1890,  
PRÉSIDENTE DE M. HERMITE.

---

#### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Les preuves de la dislocation de l'extrémité sud-est du continent asiatique pendant l'âge moderne de la Terre; par M. ÉMILE BLANCHARD.*

« C'était le 13 avril 1878 : dans une conférence faite à la Sorbonne, j'affirmai la séparation violente du continent asiatique pendant la période géologique actuelle.

» Dans l'archipel de la Sonde, quelques années plus tard, le 26 août 1883, se manifestait, comme une éclatante démonstration de la justesse des vues de l'auteur, la terrible éruption du Krakatoa. Sans doute il était naturel de déplorer tout d'abord les désastres, dont on ne tarda pas à compter avec effroi le nombre de victimes. Une fois éteintes, les précoc-

cupations du sentiment humain devaient laisser la place à l'intérêt scientifique.

» Le 13 avril, j'avais donné pour titre à ma conférence : *La Géographie enseignée par la nature vivante* (1). C'était une vue nouvelle, l'idée d'une grande application des sciences naturelles à la géographie physique et à l'histoire du globe. Sous cette inspiration, j'ai déjà soumis plusieurs Mémoires à l'Académie. Plus s'étendent et se complètent mes études sur la flore et la faune d'une région du globe, plus je crois entrevoir dans l'avenir la grandeur des résultats obtenus par une science, aujourd'hui seulement à son aurore. Dès longtemps frappé de la ressemblance que présentent la végétation et le monde animal dans l'Indo-Chine, sur la péninsule de Malacca et sur les îles de la Sonde, je m'étais formé la conviction que les îles de la Sonde ont tenu au continent, et qu'entre les eaux qui arrosent ces terres, il y eut autrefois des communications qui ont disparu par suite de certains affaissements du sol. Ainsi la partie méridionale de l'Asie s'est trouvée partagée de façon à constituer la péninsule de Malacca et les îles de la Sonde. Tout d'abord, je me contentai de signaler une seule preuve : l'existence d'espèces de poissons d'eau douce, Cyprins et Silures, communes à l'Indo-Chine et aux îles de la Sonde, la plupart différentes des espèces de la vallée du Gange. Maintenant, après avoir rassemblé tous les documents, toutes les observations dignes d'être considérées, je viens donner un aperçu de l'ensemble des preuves qui attestent avec la dernière évidence une dislocation de l'extrémité sud-est du continent asiatique, à une époque assez peu reculée.

» On le sait, même à l'heure présente, les naturalistes éprouvent souvent de réelles difficultés pour obtenir une certitude absolue touchant la provenance des sujets dont ils s'occupent. Ils doivent craindre de regrettables confusions de la part de voyageurs ayant parcouru diverses contrées. Ils ont encore à redouter les fautes des classificateurs, les uns ne se préoccupant que d'une manière très insuffisante de l'origine des espèces dont ils tracent les descriptions; les autres, sans un minutieux examen, admettant que des espèces provenant d'une région déterminée diffèrent nécessairement d'espèces connues pour habiter une contrée plus ou moins lointaine. Aussi, depuis nombre d'années, je m'applique dans les collections du Muséum d'Histoire naturelle confiées à mes soins, de réunir les individus

---

(1) *Revue scientifique et Bulletin de l'Association scientifique*, t. XXII, p. 193.

dont la provenance est assurée, afin de faire reconnaître l'aire géographique de chaque espèce. Ce sont à la fois l'étude des variations individuelles et l'étude des circonscriptions géographiques qui doivent en tirer avantage. Les mêmes vues animent sans doute l'esprit de quelques naturalistes, c'est peut-être avec lenteur qu'elles susciteront l'intérêt des botanistes et des zoologistes de tout ordre.

» En ce moment, lorsqu'il s'agit de déterminer pour une partie du globe les changements survenus dans la configuration des terres et des mers, on ne s'abandonne à la certitude qu'avec une abondance de preuves dont les unes se contrôlent par les autres. Il en est ainsi des preuves de la dislocation de l'extrémité sud-est du continent asiatique.

» En général, sur les îles, la nature manifeste des signes de pauvreté qui contrastent avec ce que l'on observe sur les grandes terres. Sur les îles de Sumatra, de Java, de Bornéo, comme dans la péninsule de Malacca, dont un affaissement vers l'isthme eût fait une île, s'étalent les magnificences de la nature, végétation luxuriante, faune d'une extrême richesse. Dans des régions qui comptent parmi les plus favorisées sous le rapport du climat, et là où les altitudes sont très variées, des espèces particulières, végétales ou animales, peuvent se trouver cantonnées sur des espaces restreints.

» Il y en a une infinité d'exemples sur les continents, il peut y en avoir de nombreux sur les îles de la Sonde. Cependant, la foule des espèces communes à l'Indo-Chine et aux îles voisines n'ayant pu ni franchir les mers, ni être transportées, est si considérable qu'elle trahit la continuité des terres à une époque peu ancienne.

» Les voyageurs connaissant le mieux l'Indo-Chine retrouvent à Sumatra, à Java, sur les côtes de Bornéo, les mêmes aspects de la végétation. Les botanistes constatent l'identité d'une multitude de formes spécifiques. Refusant de tenir compte de l'herbe proprement dite, Graminées et Cy-péracées, qui est sensiblement la même sur des terres fort éloignées les unes des autres, ils s'arrêtent à la considération des espèces arborescentes et des végétaux herbacés les plus caractéristiques. M. Balansa, l'habile explorateur de la Nouvelle-Calédonie, du Tonkin et de quelques parties des îles de la Sonde, me dénonce l'existence de chênes des mêmes essences dans les régions montagneuses de Java, de l'Inde et jusqu'à celles de l'Himalaya. Des végétaux appartenant aux familles dont les Magnolias, les Tilleuls, les Figuiers, les Lauriers, les Euphorbes, les Renoncules sont les types témoignent de l'unité de la région comprenant l'Indo-Chine et les îles malaises. C'est la masse de la végétation qui atteste, dans le passé,

l'union des terres aujourd'hui séparées. C'est par centaines qu'on énumère les formes identiques, appartenant aux groupes les mieux caractérisés (').

» Avec la considération du règne animal, les preuves se multiplient de la manière la plus frappante. Abondent à la fois en Indo-Chine et sur les îles malaises les mêmes Mollusques, terrestres et fluviatiles, êtres en général très sédentaires et ne pouvant être transportés par delà les mers que d'une façon bien accidentelle.

» Les Insectes, à raison de leur nombre immense et de leurs aptitudes si diverses, fournissent toujours des enseignements des mieux assurés. Certes, il est reconnu que les Lépidoptères, dont le vol paraît si humble, peuvent néanmoins franchir de vastes étendues et être jetés sur une terre parfois fort éloignée du point de départ; mais de tels voyages, ainsi que l'adoption d'une nouvelle patrie, ne sont pas des cas ordinaires, et l'ensemble des espèces de Lépidoptères communes au continent et aux îles malaises est si considérable qu'il faut abandonner toute idée de voyages aériens au-dessus des mers. C'est plus démonstratif s'il s'agit des Insectes terrestres; en effet, il y a des espèces carnassières (Carabides), animaux très attachés au sol, qu'on rencontre également dans l'Indo-Chine, sur la péninsule et dans les îles de Sumatra et Java. A cet égard, rien n'est plus saisissant que la présence, sur ces différentes terres, des Mormolyces, Insectes des plus singuliers qui se tiennent d'une façon permanente cachés sous les écorces. Des Buprestes, des Capricornes et bien d'autres formes qui comptent parmi les plus remarquables ont une aire géographique analogue.

» Les Poissons des eaux douces, dont je tirais un précieux indice dès l'année 1878, ayant été plus étudiés dans les années suivantes, fournissent maintenant un plus gros cortège de preuves. Ce sont aussi des Batraciens

---

(<sup>1</sup>) A l'égard des végétaux, j'ai relevé tout d'abord les indications données par M. Pierre, directeur du Jardin botanique de Saïgon, dans la *Flore forestière de la Cochinchine*. Ensuite M. Franchet, botaniste attaché au Muséum d'Histoire naturelle, a dressé à mon intention la liste des espèces végétales absolument reconnues comme étant communes au continent et aux îles de la Sonde. Sa liste comprenant des centaines d'espèces défie une énumération.

A l'égard des animaux, si mes études personnelles ont été poursuivies avec une persistance extrême, j'ai encore invoqué l'autorité de tous les zoologistes pouvant posséder quelques informations certaines.



et des Reptiles (Sauriens et Ophidiens) qui habitent les différentes terres de la Malaisie.

» On n'ose trop invoquer le témoignage des Oiseaux, chacun demeurant frappé de la puissance de locomotion de la plupart de ces créatures; et pourtant des espèces sédentaires mériteraient-elles d'être considérées.

» Les Mammifères n'ont aucune aptitude à traverser un bras de mer, et peu d'entre eux pourraient avoir été transportés par les hommes et être revenus à l'état sauvage. Ils sont en quantité, les Mammifères répandus à la fois sur une partie du continent et sur les îles malaises, tels divers représentants de la famille des Écureuils, tel un Porc-Épic, nombre de *Carnivores*, *Félides*, *Viverrides*, *Mustélides*; plusieurs Singes : Gibbons et Sémnopithèques.

» Ainsi, l'examen d'une flore et d'une faune nous fait voir le temps où Malacca, Sumatra, Java, Bornéo et les petites îles voisines n'étaient qu'une seule terre formant à l'orient de l'Asie la partie du continent la plus avancée vers le sud. Par l'étude des formes de la vie, nous apprenons que, pendant l'âge moderne de la Terre, des actions volcaniques ont brisé une vaste terre dont les fragments demeurent l'étroite et longue péninsule de Malacca et les îles de la Sonde. L'événement du Krakatoa, qui s'est accompli de nos jours, semble la démonstration des phénomènes qui ont bouleversé la même région du globe à une époque antérieure. Il ne paraît pas moins garantir la sûreté des informations que l'on tire de l'Histoire naturelle. »

PALÉONTOLOGIE. — *Le Dryopithecus*. Note de M. ALBERT GAUDRY.

« *Le Dryopithecus* est le seul Singe anthropomorphe fossile qu'on ait comparé avec l'homme. Le miocène de Sansan a fourni un anthropomorphe, le *Pliopithecus*; mais ce Singe est si petit que personne n'a eu la pensée d'un rapprochement avec l'espèce humaine.

» La découverte de la mâchoire inférieure du *Dryopithecus*, faite dans le miocène moyen de Saint-Gaudens par Fontan et annoncée par Édouard Lartet à l'Académie en 1856, a eu un grand retentissement. Ses molaires ont la même dimension que chez l'homme. On a cru remarquer que la canine, au lieu d'être proclive comme chez les Singes, avait une position droite qui devait entraîner une semblable position des incisives, et on en a conclu que la face avait un notable raccourcissement : *sous ce rapport*, a dit M. Lartet, *le Dryopithecus se rapprochait beaucoup du type nègre*.

» On vient de trouver à Saint-Gaudens une seconde mâchoire inférieure de *Dryopithecus*; elle appartient à M. Félix Regnault, de Toulouse, connu déjà par plusieurs importantes découvertes paléontologiques. M. Félix Regnault m'a prié de l'étudier. J'ai été surpris en la recevant; car, bien qu'elle appartienne à la même espèce que l'échantillon de 1856, elle conduit à des conclusions très différentes. Nos Confrères, MM. de Quatrefages et Hamy, ont bien voulu me communiquer les mâchoires humaines du Muséum qui passent pour avoir les tendances les plus bestiales. Je mets sous les yeux de l'Académie l'une d'elles, la mâchoire de la Vénus hottentote, et je place à côté la pièce envoyée par M. Regnault. Chacun peut voir combien la mâchoire fossile diffère de la mâchoire humaine.

» Ce qu'on remarque tout d'abord dans la nouvelle mâchoire inférieure du *Dryopithecus*, c'est son allongement qui, nécessairement, coïncidait avec l'allongement de la mâchoire supérieure et, par conséquent, de la face. La face devait être aussi proéminente que celle du Gorille, plus proéminente que celle de l'Orang-Outang, du Chimpanzé, beaucoup plus proéminente que celle de la Vénus hottentote (1).

» Une seconde différence qui me frappe encore davantage est celle de la place laissée à la langue. C'est quelque chose assurément d'avoir une belle figure, mais il y a pour nous quelque chose de plus important, c'est d'avoir la puissance d'exprimer nos pensées par la parole. La comparaison de la mâchoire du *Dryopithecus* avec celle des autres grands singes et de l'homme me semble fournir un commencement d'indication pour ce qu'on pourrait appeler l'*histoire de la langue*:

» La langue humaine peut s'étendre beaucoup en largeur, parce que la mâchoire inférieure, en forme d'arc, laisse un grand espace entre les rangées des arrière-molaires; elle s'étend aussi beaucoup en longueur, parce que la paroi du menton est très amincie: elle l'est quelquefois à un tel point qu'elle est translucide au-dessous des incisives; en outre, dans les races élevées, sa partie inférieure se porte en avant, formant un bombement très caractérisé dans la partie où s'insère le muscle nommé la *houppette du menton*. Comme chacun peut le constater sur soi-même, l'extrémité antérieure de la langue est habituellement courbée en bas, de sorte

---

(1) Voici quelques chiffres: le râtelier de la nouvelle mâchoire du *Dryopithecus* a 0<sup>m</sup>,071 de long sur 0<sup>m</sup>,040 de large; celui du Gorille a 0<sup>m</sup>,100 sur 0<sup>m</sup>,060; celui de l'Orang-Outang, 0<sup>m</sup>,085 sur 0<sup>m</sup>,059; celui du Chimpanzé, 0<sup>m</sup>,070 sur 0<sup>m</sup>,052; celui de la Vénus hottentote, 0<sup>m</sup>,055 sur 0<sup>m</sup>,056. Ce dernier n'est donc pas plus long que large.

que l'avance de la partie inférieure du menton sert à lui laisser plus de place.

» Souvent, dans les mâchoires des races humaines les moins élevées dites *prognathes*, comme par exemple dans celle de la Vénus hottentote, le menton laisse un peu moins de place pour les mouvements de la partie antérieure de la langue et l'espace entre les arrière-molaires est un peu moins large; mais la différence n'est pas très grande.

» Chez le Chimpanzé, le bas du menton est porté en arrière; en outre, le râtelier cesse de former l'arc, les deux rangées de molaires deviennent parallèles. La langue a donc moins de place pour s'allonger en avant, pour s'élargir en arrière.

» Chez l'Orang-Outang et le Gibbon, il y a proportionnellement moins d'intervalle que chez le Chimpanzé entre les mandibules; la langue est donc forcément encore plus étroite.

» Chez le Gorille, il en est de même. En outre, le menton s'est beaucoup épaissi et porté en arrière; le bas de la symphyse se prolonge jusqu'à l'aplomb des premières arrière-molaires. Ainsi la langue a moins de place en avant que dans l'Orang-Outang et surtout dans le Chimpanzé.

» Chez le *Dryopithecus*, l'intervalle entre les mandibules était aussi resserré que chez le Gorille; par conséquent la langue était aussi étroite; les os du menton étaient encore plus épaissis; leur paroi postérieure restait sur un plan élevé jusqu'à l'aplomb des arrière-molaires, de sorte que la langue avait encore moins de place en avant. Je ne vois quelque chose d'analogue que dans les Singes non anthropomorphes, tels que ceux du groupe des Macaques. M. Sauvinet, qui est chargé, sous l'habile direction de notre Confrère M. Milne-Edwards, de la ménagerie du Muséum, a bien voulu me mettre à même d'étudier quelques-uns de ces Singes. J'ai remarqué avec lui que les Macaques, les Magots avaient la langue étroite, très épaisse en arrière, mince en avant; même en tenant compte de la mauvaise volonté que ces animaux mettaient à montrer leur langue, il nous a semblé qu'ils ne la tiraient pas aussi loin ni avec autant de souplesse que les hommes; cet instrument a chez eux des mouvements bien plus bornés. Il devait en être de même chez le *Dryopithecus*. Certainement, ce n'est pas lui qui nous éclairera sur l'origine de la parole.

» Il existe encore plusieurs autres différences entre la mâchoire du *Dryopithecus* et les mâchoires humaines. Je les exposerai dans un travail accompagné de figures que je prépare pour la Société géologique de France.

J'y signalerai en même temps les différences qui séparent notre fossile des Singes anthropomorphes vivants.

» En résumé, le *Dryopithecus*, à en juger par ce que nous en possédons, non seulement est éloigné de l'homme, mais encore est inférieur à plusieurs Singes actuels. Comme c'est le plus élevé des grands Singes fossiles, nous devons reconnaître que jusqu'à présent la Paléontologie n'a pas fourni d'intermédiaire entre l'homme et les animaux. »

M. A. MILNE-EDWARDS, à la suite de la Communication de M. Gaudry, ajoute que la mâchoire du *Dryopithecus* lui paraît provenir d'un Singe beaucoup plus rapproché du Gorille que de l'Orang-Outang ou de tout autre Anthropomorphe. Le développement de la symphyse du menton indique un prognathisme considérable de la face, autorisant à supposer que l'attitude ordinaire de l'animal était plutôt quadrupède que bipède.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Contribution à l'étude chimique de la Truffe.*

Note de M. AD. CHATIN.

« La composition chimique de la Truffe, intéressante à titres divers, fut l'objet des recherches de Bouillon-Lagrange, de Parmentier, de Vergnes, de Gueymard, de Payen et de Jules Lefort. De l'ensemble de ces recherches, de celles surtout, de beaucoup plus complètes, de Payen et de Lefort, il ressort que la Truffe, riche en matières azotées ou protéiques, contient, en même temps que des matériaux plastiques, des aliments respiratoires (corps gras, mannite, etc.), ainsi que diverses matières minérales, phosphates, sulfates et chlorures de fer, alcalins et terreux.

» La détermination des principes immédiats pouvait être regardée comme suffisante, mais il n'en était pas de même des éléments minéraux, qui n'avaient été l'objet que d'indications qualitatives sommaires et incomplètes.

» J'arrétai, dès 1868, époque de mes premières études sur la Truffe, un plan d'études analytiques dans lesquelles seraient fixés : le poids absolu de l'azote, sa proportion avec l'ensemble des matières organiques, le poids des cendres et le dosage de chacun des éléments minéraux qui entrent dans leur composition.

- » Les recherches devaient se succéder dans l'ordre suivant :
- » A. Établir le poids de la matière sèche de la Truffe.
- » B. Déterminer dans la matière sèche :
  - » 1° Le poids de l'azote (permettant indirectement de remonter au poids des matières albuminoïdes, sous réserve de traces d'azote provenant du nitrate);
  - » 2° Le poids des matières organiques (et volatiles) sans l'azote;
  - » 3° Le poids des cendres.
- » C. Faire l'analyse quantitative de chacun des composés minéraux des cendres.

» L'analyse de la terre des truffières devait, autant que possible, être faite parallèlement à celle des Truffes de même provenance.

» Pour des motifs tout spéciaux (1), mon bien regretté ami M. Hervé-Mangon, alors professeur à l'École des Ponts et Chaussées et directeur du laboratoire de Chimie, voulut bien se charger de commencer la mise à exécution de mon projet par l'analyse de lots de Truffes que j'avais reçus de Cahors et de Nérac (ce dernier en trop petite quantité pour une analyse complète), tous deux non accompagnés, le premier surtout, d'échantillons de terre. Je rappelle d'abord les résultats de ces deux analyses.

» TRUFFES DE CAHORS. — Elles donnèrent, sur 100 parties :

|                     |        |
|---------------------|--------|
| Eau .....           | 76,60  |
| Matière sèche ..... | 23,40  |
|                     | <hr/>  |
|                     | 100,00 |

» La matière sèche était formée de :

|   |        |
|---|--------|
| Azote (2) .....                                   | 7,16   |
| Produits combustibles ou volatils, sans l'azote.. | 86,75  |
| Cendres .....                                     | 6,09   |
|   | <hr/>  |
|   | 100,00 |

---

(1) Candidat à l'Académie des Sciences dans la Section de Botanique, je devais ne pas fournir de nouveaux arguments à ceux des Botanistes qui me renvoyaient à la Section de Chimie, où, disaient-ils, mes découvertes de l'iode dans les eaux douces, les terres et leurs produits, l'air lui-même, m'assuraient bon accueil.

(2) On trouve que les 7,16 d'azote reviennent à 1,68 pour la Truffe fraîche.

» La composition des cendres était la suivante :

|                                 |        |
|---------------------------------|--------|
| Chaux.....                      | 9.26   |
| Magnésie.....                   | 7.63   |
| Potasse.....                    | 28.34  |
| Soude.....                      | 6.30   |
| Acide phosphorique.....         | 27.40  |
| Acide sulfurique.....           | 2.52   |
| Acide carbonique et pertes..... | 19.55  |
|                                 | 100.00 |

» TRUFFES DE NÉRAC. — Vu la petite quantité de Truffes ( 38<sup>g</sup> ), on ne dosa, dans les cendres, que trois des éléments choisis parmi les plus importants, savoir : l'acide phosphorique, la chaux et la potasse, dont la proportion, rapportée à 100, fut trouvée de :

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| Acide phosphorique..... | 33.50 |
| Chaux.....              | 8.30  |
| Potasse.....            | 25.00 |

» L'intérêt spécial de l'analyse des Truffes de Nérac est que, provenant d'une terre *arénacée* très pauvre en acide phosphorique et en chaux ( <sup>1</sup> ), elles ont été trouvées, tant en chaux qu'en acide phosphorique, au-dessus de la moyenne constatée chez des Truffes venues en terrains notablement phosphatés et calcaires.

» Postérieurement à ces analyses faites par M. Hervé-Mangon, datant de 1868-1869, et plus spécialement de 1874 à 1880, j'ai effectué les suivantes :

» TERRE ET TRUFFES DE SAVIGNAC-LES-ÉGLISES (DORDOGNE). — 1<sup>o</sup> Terre  
Elle a fourni à l'analyse :

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| Azote.....              | 0.05  |
| Acide phosphorique..... | 0.14  |
| Acide sulfurique.....   | 2.00  |
| Chlore et iode.....     | 0.19  |
| Chaux.....              | 7.45  |
| Magnésie.....           | 0.44  |
|                         | <hr/> |
| <i>A reporter.....</i>  | 10,27 |

(<sup>1</sup>) Dans le peu de terre mêlée aux Truffes, je n'avais dosé que 0,03 d'acide phosphorique et 0,65 pour 100 de chaux, limite minimum assurément compatible avec le développement des Truffes.

( 379 )

|  |                   |        |
|--|-------------------|--------|
|  | <i>Report....</i> | 10,27  |
| Potasse.....                           |                   | 0,92   |
| Soude.....                             |                   | 0,18   |
| Peroxyde de fer.....                   |                   | 4,10   |
| Alumine.....                           |                   | 9,20   |
| Oxyde de manganèse.....                |                   | traces |
| Matières organiques, sans l'azote..... |                   | 8,03   |
| Silice.....                            |                   | 58,00  |
| Acide carbonique et pertes.....        |                   | 9,20   |
|  |                   | <hr/>  |
|  |                   | 100,00 |

» 2° *Truffes*. Elles étaient formées de :

|                    |        |
|--------------------|--------|
| Eau.....           | 77,00  |
| Matière sèche..... | 23,00  |
|                    | <hr/>  |
|                    | 100,00 |

» La matière sèche a donné :

|  |        |
|--|--------|
| Azote.....   | 3,98   |
| Matières organiques et volatiles, sans l'azote.... | 90,40  |
| Cendres.....                                       | 5,62   |
|  | <hr/>  |
|  | 100,00 |

» La composition des cendres est la suivante :

|  |        |
|--|--------|
| Acide phosphorique.....                | 21,65  |
| Acide sulfurique.....                  | 3,10   |
| Chlore et iode.....                    | 0,20   |
| Chaux.....                             | 6,00   |
| Magnésie.....                          | 1,20   |
| Potasse.....                           | 17,40  |
| Soude.....                             | 1,00   |
| Peroxyde de fer, traces d'alumine..... | 3,80   |
| Oxyde de manganèse.....                | 0,05   |
| Résidu insoluble dans les acides.....  | 35,25  |
| Acide carbonique et pertes.....        | 10,35  |
|  | <hr/>  |
|  | 100,00 |

» On remarque ici l'assez faible proportion de l'acide phosphorique et de la potasse par rapport à d'autres *Truffes* du Périgord-Quercy.

» **TERRE ET TRUFFES DE SOUILLAC (LOT).** — 1<sup>re</sup> Terre. — De couleur ocracée et peu consistante, cette terre se composait de :

|  |        |
|--|--------|
| Azote.....                             | 0,73   |
| Matières organiques, sans l'azote..... | 11,71  |
| Acide phosphorique.....                | 0,30   |
| Acide sulfurique.....                  | 1,00   |
| Chaux.....                             | 13,00  |
| Magnésie.....                          | 0,40   |
| Potasse.....                           | 1,00   |
| Soude.....                             | 0,15   |
| Peroxyde de fer, alumine.....          | 15,11  |
| Oxyde de manganèse.....                | traces |
| Silice.....                            | 45,00  |
| Acide carbonique et pertes.....        | 12,75  |
|  | <hr/>  |
|  | 100,00 |

» 2<sup>e</sup> Truffes. — Après dessiccation, elles ont donné :

|  |       |
|--|-------|
| Azote.....                             | 4,98  |
| Matières organiques, sans l'azote..... | 87,19 |
| Cendres.....                           | 7,83  |

*Composition des cendres rapportée à 100.*

|  |        |
|--|--------|
| Acide phosphorique.....                | 30,25  |
| Acide sulfurique.....                  | 4,65   |
| Chlore et iode.....                    | 0,20   |
| Chaux.....                             | 9,40   |
| Magnésie.....                          | 0,20   |
| Potasse.....                           | 25,15  |
| Soude.....                             | 1,10   |
| Peroxyde de fer, alumine (traces)..... | 3,20   |
| Oxyde de manganèse.....                | traces |
| Silice.....                            | 10,00  |
| Acide carbonique et pertes.....        | 8,85   |
|  | <hr/>  |
|  | 100,00 |

» La proportion de l'acide phosphorique redevient considérable : Souillac a dans son voisinage des phosphorites.

» **TRUFFES DE DÉGAGNAC (LOT).** — Ces Truffes étaient formées de :

|                    |        |
|--------------------|--------|
| Eau.....           | 79,16  |
| Matière sèche..... | 20,84  |
|                    | <hr/>  |
|                    | 100,00 |



» La matière sèche se composait de :

|  |             |
|--|-------------|
| Azote.....   | 5,06        |
| Matières organiques et volatiles, sans l'azote ...           | 85,06       |
| Cendres (chiffre accru par terre obstinément adhérente)..... | <u>9,88</u> |
|  | 100,00      |

*Composition des cendres rapportée à 100.*

|                                 |             |
|---------------------------------|-------------|
| Acide phosphorique.....         | 21,17       |
| Acide sulfurique.....           | 4,74        |
| Chlore et iode.....             | 0,20        |
| Chaux.....                      | 6,20        |
| Magnésie.....                   | 1,32        |
| Potasse.....                    | 27,26       |
| Soude.....                      | 2,10        |
| Peroxyde de fer.....            | 4,40        |
| Oxyde de manganèse.....         | traces      |
| Silice.....                     | 24,80       |
| Acide carbonique et pertes..... | <u>8,01</u> |
|                                 | 100,00      |

» Par la proportion, assez faible, de l'acide phosphorique, les Truffes de Dégagnac se rapprochent de celles de Savignac, mais le dosage de la potasse s'y maintient élevé.

» La proportion de l'iode, appréciée par comparaison avec des liqueurs titrées et colorées, est d'environ  $\frac{1}{20}$  de milligramme.

» TERRE ET TRUFFES DE CHAUMONT (HAUTE-MARNE). - 1<sup>o</sup> Terre. — Son analyse a donné :

|   |              |
|---|--------------|
| Eau.....  | 12,40        |
| Azote.....  | 0,43         |
| Matières organiques, etc., autres que l'azote.... | 8,59         |
| Acide phosphorique.....                           | traces       |
| Acide sulfurique.....                             | 2,50         |
| Chlore et iode.....                               | 0,10         |
| Chaux.....  | 24,24        |
| Magnésie.....                                     | 0,35         |
| Potasse.....                                      | 1,14         |
| Soude.....  | 0,12         |
| Peroxyde de fer, alumine.....                     | 6,13         |
| Oxyde de manganèse.....                           | traces       |
| Silice.....                                       | 27,32        |
| Acide carbonique et pertes.....                   | <u>16,68</u> |
|   | 100,00       |

» 2° *Truffes*. Elles ont donné : eau, 75,74; matière sèche, 24,26. Les 24,26 de matière sèche étaient formés de : azote, 3,07; matières organiques, etc., 23,74, et cendres, 2,45 = 24,26.

*Composition des cendres rapportée à 100.*

|   |        |
|---|--------|
| Acide phosphorique.....                 | 19.45  |
| Acide sulfurique.....                   | 5.74   |
| Chlore et iode.....                     | 0.35   |
| Chaux.....                              | 7.15   |
| Magnésie.....                           | 6.83   |
| Potasse.....                            | 14.00  |
| Soude.....                              | 1.00   |
| Peroxyde de fer, albumine (traces)..... | 4.00   |
| Oxyde de manganèse.....                 | traces |
| Silice.....                             | 30.15  |
| Acide carbonique et pertes.....         | 9.83   |
|   | <hr/>  |
|   | 100.00 |

» Par la proportion, assez faible, de l'acide phosphorique, les *Truffes de Chaumont* (comme celles de Dijon) sont encore au-dessous de celles de Dégagnac et de Savignac-les-Églises. »

**CHIRURGIE. Des pneumocèles scrotales. Note de M. VERSEIL.**

« Le scrotum devient parfois le siège d'une tuméfaction diffuse ou circonscrite, ayant pour cause anatomique la présence de gaz infiltrés ou collectés et pour signe pathognomonique la sonorité à la percussion avec ou sans crépitation gazeuse.

» Cette affection rare, imparfaitement connue et incomplètement décrite, est dénommée *emphysème des bourses* ou de la *tunique vaginale*, appellation insuffisante pour indiquer toutes les formes du mal et que je propose de remplacer par celle de *pneumocèles scrotales*.

» Il est permis, dès aujourd'hui, d'en admettre plusieurs variétés, suivant les points occupés par les gaz, la nature chimique de ceux-ci et la manière dont ils réagissent sur les tissus qui les contiennent et sur l'économie tout entière.

» A. Les gaz se trouvent soit dans le tissu conjonctif qui double la peau ou sépare les tuniques scrotales, soit dans la cavité de la tunique vaginale.

Dans le premier cas, il y a *pneumocèle sous-cutanée* ; dans le second, *pneumocèle vaginale* ou *séreuse*. Les deux variétés peuvent coexister.

» B. Les gaz épanchés sont chimiquement très différents. Bien que sur ce point les recherches exactes soient encore peu nombreuses, on a déjà constaté la présence de plusieurs gaz associés. Ici encore on connaît deux variétés : dans la première, le mélange gazeux renferme exclusivement les éléments de l'air atmosphérique : oxygène, azote, acide carbonique, mais dans des proportions variables d'un moment à l'autre et ne rappelant nullement celles de l'air normal : c'est la *pneumocèle aérienne*.

» Dans la seconde, outre les gaz aériens qui persistent peut-être, on a déjà trouvé les gaz intestinaux et ces gaz d'une extrême puanteur que l'on rencontre dans certaines formes de gangrène et dans les abcès fétides. J'ai le regret de n'avoir pas analysé chimiquement les produits gazeux qui remplissaient la tunique vaginale dans deux cas de pneumo-hématocèle ; mais, en revanche, deux fois déjà, avec le concours de mes élèves, MM. Clado et Beretta, j'ai fait l'examen histologique et bactériologique des liquides avec lesquels ces gaz putrides étaient mélangés, et comme, ce qu'il était d'ailleurs facile de prévoir, les microbes s'y rencontraient en grande quantité, on pourrait donner à cette seconde variété le nom de *pneumocèle bactérienne*.

» C. La troisième division intéresse fort le chirurgien en raison des effets que produisent, sur les tissus qui les recèlent, les gaz de la pneumocèle aérienne et de la pneumocèle bactérienne. Or, et conformément à ce que l'on sait de l'emphysème traumatique ordinaire succédant aux blessures des voies respiratoires, les premiers gaz n'exercent aucune influence délétère sur le tissu conjonctif des bourses, ni sur la séreuse vaginale ; tout au contraire, ce sont ces gaz intrus qui souffrent du contact, puisqu'ils sont d'abord modifiés, puis finalement absorbés sans laisser de trace. En conséquence, on peut ajouter à la *pneumocèle aérienne* l'épithète de *bénigne*.

» Il en est autrement pour les gaz putrides chargés de microbes. Doués de propriétés phlogogènes et nécrogènes énergiques, sans préjudice de leurs qualités pyrogènes, ils provoquent localement une inflammation de mauvaise nature, à marche rapide et envahissante, avec œdème et tendance à la gangrène plus encore qu'à la suppuration, le tout accompagné des symptômes généraux d'une septicémie intense pouvant amener la mort, faute d'un traitement énergique, et parfois même en dépit de celui-ci, ce qui autorise à qualifier de *maligne* ou *septique* la *pneumocèle bactérienne*.

» En somme, deux formes principales :

» 1° La pneumocèle scrotale aérienne bénigne, quel que soit son siège sous-cutané ou vaginal ;

» 2° La pneumocèle scrotale bactérienne maligne, qu'elle occupe les espaces conjonctifs ou la séreuse péri-testiculaire.

» *Étiologie et pathogénie.* — Les pneumocèles scrotales ne sont jamais idiopathiques ; toujours elles sont précédées par une lésion qui siège dans le scrotum lui-même ou dans une région plus ou moins distante. Dans le premier cas, il faut rechercher comment les gaz se sont développés *in situ*. Dans le second, comment, de leur foyer primitif, ils sont parvenus jusqu'aux bourses.

» Les lésions locales préexistantes, signalées jusqu'à ce jour, sont : 1° les plaies du scrotum, dans lesquelles l'air atmosphérique a été volontairement introduit dans le tissu cellulaire ou dans la tunique vaginale ; 2° les hydrocèles ou les hématocèles, dans lesquelles l'apparition des gaz paraît spontanée ou succède à une ponction faite au trocart.

» Les lésions à distance sont, par ordre de fréquence : 1° les blessures ouvertes ou profondes intéressant les voies aériennes et les cavités adjacentes de la tête et du cou ; 2° les blessures qui intéressent l'intestin dans l'abdomen, dans la région ano-rectale ou dans les régions à hernie ; 3° les plaies, quel qu'en soit le siège, se compliquant d'emphysème aérien ou bactérien dont les gaz peuvent s'infiltrer jusqu'au scrotum ; 4° les phlegmons de toute nature, urinaires, stercoraux ou autres, siégeant à proximité de l'appareil génital de l'homme.

» *Symptomatologie* réduite à des phénomènes locaux sans importance dans la pneumocèle aérienne, soit sous-cutanée, soit vaginale ; semblable, au contraire, à celle des phlegmons, des œdèmes inflammatoires graves, voire même de la gangrène gazeuse, dans la pneumocèle bactérienne.

» *Diagnostic* fort simple dans les deux formes, la seule difficulté consistant parfois à reconnaître la provenance ou le point de départ des gaz.

» *Pronostic* très bénin ou fort grave, suivant la nature chimique ou bactériologique des gaz.

» *Traitement* nul dans la pneumocèle aérienne, ou borné à de simples ponctions. Devant être au contraire, dans la forme bactérienne, non seulement aussi précoce que possible, mais surtout fort énergique, exigeant pour le moins les très larges incisions, le plus souvent, les résections scrotales, et même la castration, dans les cas de pneumo-hématocèles anciennes et compliquées.

» Les livres classiques et les monographies les plus récentes renfermant fort peu de renseignements sur les tumeurs gazeuses du scrotum (<sup>1</sup>), j'ai dû tracer la courte Notice qui précède avec mes observations personnelles, lesquelles m'ont permis non seulement de confirmer les données acquises, mais encore de signaler des variétés nouvelles. Je laisserai ici de côté ce que tout le monde a vu, c'est-à-dire l'emphysème aérien sous-cutané vulgaire et les infiltrations gazeuses occupant le même siège et provenant de phlegmons stercoraux ou urinaires, et me contenterai de fournir des exemples concluants de pneumocèle vaginale aérienne et de pneumocèle vaginale bactérienne.

» *Pneumocèle vaginale aérienne.* — Voici le seul cas que j'ai observé : homme, 54 ans, robuste et bien portant; le 22 décembre 1889, fracture de trois côtes; dès le lendemain, emphysème sous-cutané considérable, qui gagne les bourses le troisième jour et leur donne un volume énorme, plus de 25<sup>cm</sup> de diamètre transversal. Au bout de quinze jours, l'infiltration gazeuse du corps a beaucoup diminué; mais le scrotum reste encore très volumineux et crépitant à la pression, pendant au moins vingt jours : le gaz sous-cutané disparaît alors. Cependant les bourses sont encore doublées de volume et sembleraient le siège d'une hydrocèle ordinaire bilatérale, si la consistance molle, la légèreté et la sonorité ne démontraient clairement que les collections gazeuses siègent dans les tuniques vaginales séparément distendues.

» L'état restant stationnaire, je fais au cinquante-troisième jour, avec les précautions nécessaires, une double ponction pour recueillir soigneusement les gaz et en étudier la composition chimique. Sur ce dernier point, où je dois avouer mon incompetence, je dois la Note suivante à l'obligeance de M. le Dr Hardy, chef des travaux chimiques à la Faculté de Médecine :

*Gaz de la tunique vaginale droite.*

|                                  |      |
|----------------------------------|------|
| Volume en centimètres cubes..... | 55,5 |
| Acide carbonique.....            | 0,5  |
| Oxygène.....                     | 0,4  |
| Azote.....                       | 54,6 |

» D'où ressort qu'au bout d'un certain temps, l'oxygène disparaît et l'azote seul persiste, résultat qui concorde avec ce qu'on trouve indiqué déjà dans le livre de Demarquay. (*Essai de Pneumatologie* : in-8°. Paris, 1866.)

» *Pneumocèle vaginale bactérienne.* — Les deux observations que j'en possède semblent calquées l'une sur l'autre : en effet, il s'agissait dans les deux cas d'hommes

---

(<sup>1</sup>) Voir DEMARQUAY, Ouvrage cité, *passim* : — MONOD et TERRILLON, *Maladies du testicule*, p. 267, 1889; — RECLUS, article *Hématocèle* du Dictionnaire encyclopédique de Dechambre, p. 18.

vigoureux, de 59 et 69 ans, atteints depuis de longues années d'hématocèle unilatérale bien caractérisée, indolente, stationnaire et ne gênant nullement. Lorsque la leucite pour sans cause manifeste, les tumeurs s'accrurent rapidement, envahies par un travail inflammatoire subaigu d'abord, puis intense, jusqu'à provoquer les symptômes d'une septicémie sérieuse.

» Dans les deux cas, sans qu'on puisse invoquer comme cause ni violence, ni blessure, ni ponction, nous constatâmes, non sans surprise, que les tumeurs tendues et rénitentes rendaient à la percussion un son tympanite très prononcé.

» L'indication étant à la fois précise et pressante, de larges incisions dans un cas et la castration dans l'autre furent pratiquées; or, les deux poches hématiques renfermaient des gaz et des liquides d'une fétidité insupportable. L'analyse chimique, et je le regrette beaucoup, ne fut pas faite, mais seulement les examens histologique et bactériologique. Voici la Note que m'a remise mon élève, M. Beretta, qui me prête le concours le plus précieux dans les recherches de ce genre.

» *Examen microscopique.* — Dans un liquide brun rougeâtre, épais, fétide, on trouve, entre de grosses masses fibrineuses, des hématies fort abondantes pour la plupart altérées, de rares leucocytes, des cellules plates déformées et de nombreux cristaux d'hématoidine et surtout de cholestérine.

» *Examen bactériologique.* — Dans un cas, microcoques rares et, par contre, bactéries très nombreuses. Dans l'autre, la proportion est inverse. Les microbes sphériques prédominent, sans présenter toutefois de groupements particuliers, tandis que les bactéries sont relativement clairsemées.

» Dans les deux cas, les bâtonnets sont très mobiles, isolés, arrondis aux extrémités, parfois même un peu renflés; il en existe deux variétés: les longs qui mesurent environ 20 $\mu$ , les courts 6 $\mu$  à 7 $\mu$ . Bactéries et microcoques sont libres dans le liquide et non incorporés dans les globules sanguins; on les trouve toutefois dans les parois de la poche de l'hématocèle. Ces microbes, et surtout les bâtonnets courts, se reproduisent en abondance dans les cultures sur agar-agar et sur gélatine.

» Chez nos deux malades, l'opération a fait cesser assez promptement les accidents locaux et généraux; mais ce qui atteste la gravité de la pneumocèle bactérienne, c'est que les opérés, depuis longtemps hors de danger sans doute, sont encore dans un état de langueur et d'affaiblissement qui rappelle la convalescence des maladies infectieuses.

» Inutile de dire que l'aggravation soudaine de l'hématocèle vaginale, affection bénigne et lente à l'ordinaire, est uniquement due à l'invasion microbienne, ce facteur si important et encore si peu étudié des évolutions et des métamorphoses pathologiques. »

## MÉMOIRES LUS.

**PATHOLOGIE.** — *Sur l'anatomie et la physiologie pathologiques de la rétention d'urine.* Note de M. F. GUYON.

« L'accumulation de l'urine dans la vessie détermine, dans tout l'appareil urinaire, des lésions qui en modifient les fonctions et le rendent accessible à des influences auxquelles il peut, dans d'autres conditions, rester indifférent. Dans une précédente Note, nous avons montré à quel point la rétention favorise l'invasion microbienne. Nous désirons aujourd'hui en indiquer les effets immédiats et éloignés, rechercher le mécanisme de leur production.

» La clinique nous a fourni, depuis longtemps, des renseignements très significatifs. Nous les avons contrôlés et complétés par une série d'expériences, faites avec le concours de M. Albarran.

» Quelles qu'en soient les causes, la forme et la durée, la rétention évolue à l'état aseptique et sans fièvre. Ce n'est qu'après une intervention septique, ou chez des sujets préalablement infectés, que la fièvre survient. L'étude des rétentions chroniques incomplètes nous a servi à établir ces faits importants. Chez les sujets dont l'urine ne contient pas de micro-organismes et ne cultive pas, il n'y a aucune élévation de température. Chez ceux qui présentent des conditions contraires, la fièvre survient et ne cesse que par l'évacuation répétée ou continue.

» L'expérimentation ne permet d'étudier que la rétention aiguë, mais elle est confirmative. Seuls les animaux dont nous avons infecté la vessie avant de lier la verge ont eu une température élevée. Lorsque la fièvre est survenue sans qu'une injection septique eût été pratiquée, nous avons constaté la présence d'organismes pathogènes. Lorsque la ligature a été levée à temps, la fièvre s'est éteinte et l'animal est revenu à la santé.

» Chez l'homme, toute rétention s'accompagne de polyurie. Cela s'observe surtout dans les rétentions incomplètes avec distension, mais aussi dans les rétentions aiguës sans lésions rénales, par exemple chez de jeunes sujets atteints d'abcès chauds de la prostate. La polyurie s'établit ou s'exagère, sous la seule influence de la réplétion de la vessie. Chez les animaux, nous l'avons vérifié en faisant à la vessie des ponctions successives.

» La congestion de tout l'appareil urinaire est encore une des conséquences de la rétention. Chez l'homme, dans les rétentions aiguës quelque

peu prolongées, l'urine est souvent colorée en brun ou en rouge. Dans les rétentions chroniques avec distension, l'évacuation complète et rapide provoque presque infailliblement une hématurie. On peut constater, dans les rétentions complètes aiguës, l'augmentation congestive de la prostate et du rein. Le volume de ces organes, d'abord accru, diminue sous l'action répétée du cathétérisme. Dans certains cas où la rétention est productrice d'hématurie, l'évacuation seule permet de s'en rendre maître.

» Chez les animaux, nous avons pu déterminer la congestion de la vessie, des reins, des bassinets, des uretères et de la prostate. La vessie et les reins sont surtout modifiés. Il y a non seulement stase dans les vaisseaux, mais des hémorragies interstitielles et cavitaires se produisent. La couche musculaire de la vessie est dissociée par l'épanchement sanguin, son épithélium soulevé se détache par places, ce qui permet à l'absorption de s'exercer ; les vaisseaux gorgés de sang dessinent des réseaux d'une merveilleuse richesse ; de grandes plaques ecchymotiques complètent la teinte écarlate de la surface interne ; l'urine est mélangée de sang. Les reins sont augmentés d'un sixième environ et présentent d'importantes modifications de texture. La congestion aboutit à l'hémorragie, le sang extravasé se répand entre les tubes et pénètre dans leur intérieur, ce qui détermine la chute mécanique de l'épithélium. On trouve, dans les urines, des cylindres épithéliaux ou hématiques. Dans les rétentions de longue durée, on observe une ectasie avec aplatissement et état granuleux de l'épithélium des canalicules du rein. Les fonctions sont troublées.

» Déjà nous avons vu la polyurie accompagner la rétention et se manifester surtout dans les rétentions incomplètes. Lorsque la vessie subit sans aucune détente une tension excessive, nous avons constaté chez les animaux l'amoindrissement de la sécrétion. Chez eux encore, les analyses démontrent la diminution de l'urée. Le taux est surtout abaissé dans l'urine des uretères, c'est-à-dire dans l'urine sécrétée la dernière.

» Le rein est, de plus, directement menacé. A l'état normal, le courant urétéro-rénal le protège. Il l'isole de la vessie, grâce à sa continuité et aux renforcements que lui imprime la contraction de la couche musculaire des uretères. Cette irrigation préservatrice est amoindrie, puis supprimée lorsque la rétention se prolonge. La différence de composition chimique des urines de l'uretère et de la vessie le montre déjà. Dans l'hématurie vésicale, l'urine des uretères reste limpide, alors que celle de la vessie est fortement colorée. L'urine de la vessie ne reflue donc pas dans les uretères. Lorsque la stase est établie, l'ascension de particules inertes ou des micro-organismes devient néanmoins facile dans ce milieu mort, où les



courants normaux de l'uretère et de la vessie sont suspendus. Au lieu d'être rejetés à l'extérieur ou de demeurer cantonnés dans la vessie, ils atteignent le rein. La poudre de charbon et les microbes introduits dans la vessie distendue remontent jusqu'à lui. Les particules inertes n'arrivent que tardivement et en très petite quantité dans les bassinets, sans le dépasser; les micro-organismes envahissent avec rapidité et en nombre considérable l'appareil rénal tout entier.

» La stase de l'urine est d'autant plus complète que la contractilité de la vessie et des uretères est bientôt abolie par la distension. Nos expériences montrent que la vessie perd la première son pouvoir contractile; l'uretère subit bientôt le même sort. Lorsque la rétention date de vingt-quatre heures, la contractilité urétérale peut être récupérée par la simple évacuation d'une partie du contenu de la vessie ou par l'électrisation. Elle reparaît ensuite dans la vessie elle-même. Si la rétention a été prolongée, rien ne la fait renaître.

» Ce phénomène est, en effet, sous la dépendance immédiate de la tension intra-vésicale et subordonné à son degré. Il est facile de se rendre compte qu'il en est de même pour la polyurie et la congestion; les lésions anatomiques et les troubles physiologiques sont en rapport direct avec l'intensité et le degré de la tension. Tout le démontre, aussi bien dans l'état aigu provoqué par l'expérimentation, que dans les cas chroniques que l'observation permet de suivre.

» C'est donc sous l'influence d'un mécanisme identique que se produisent les lésions et les troubles fonctionnels consécutifs à la rétention. La tension, qui d'abord est seulement vésicale, devient urétérale et rénale. Lorsque la vessie a été remplie au maximum, les uretères, les bassinets et les canalicules rénaux eux-mêmes font à leur tour réservoir; ils donnent place à l'urine qui continue à être sécrétée, mais ne reçoivent pas le trop-plein de la vessie. Nos expériences prouvent qu'il n'y a pas reflux dans la rétention aiguë. Cela est d'accord avec une constatation anatomique déjà faite par Hallé dans les cas chroniques: cet auteur a montré que la portion vésicale des uretères ne participe pas à la dilatation énorme qu'ils subissent au delà de la vessie.

» Des actes très distincts se succèdent dans la rétention. La vessie entre d'abord en scène; elle n'y reste seule que si la tension n'est ni exagérée ni prolongée. Aussi les conséquences prochaines et éloignées de la retenue de l'urine seront-elles fort différentes, selon que l'on interviendra alors que la vessie souffre seule ou que l'appareil urinaire supérieur est atteint à son tour et mis en état de réceptivité. »

### MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

**M. DUROY DE BRUIGNAC** adresse une Note intitulée : *Remarques sur le zéro absolu de température* . . .

( Commissaires : MM. Cornu, Sarrau, Lippmann. )

**M. V. POULET** adresse une Note relative au microbe de l'*influenza* :

( Commissaires : MM. Charcot, Duclaux. )

**M. R. DEZEIMERIS** adresse un Mémoire traitant « d'une cause de dépérissement de la vigne et des moyens d'y porter remède ».

( Renvoi à la Commission du Phylloxera. )

### CORRESPONDANCE.

M. le **SECRETÉAIRE PERPÉTUEL** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1<sup>o</sup> Le « Cours d'Algèbre supérieure de M. Ch. de Comberousse, 2<sup>e</sup> édition; I<sup>re</sup> et II<sup>e</sup> Partie » ( III<sup>e</sup> et IV<sup>e</sup> Volume du « Cours de Mathématiques » );

2<sup>o</sup> La « Revue scientifique du Bourbonnais et du Centre de la France », publiée sous la direction de M. Ernest Olivier; 2<sup>e</sup> année, 1889 ( présentée par M. A. Gaudry ).

**M. PH. GILBERT**, nommé Correspondant pour la Section de Mécanique, adresse ses remerciements à l'Académie.

**M. EUG. ROUCHE** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre, actuellement vacante.

**M. BOUQUET DE LA GRYE** fait hommage à l'Académie, pour la Bibliothèque de l'Institut, des Cartes suivantes, publiées pendant le mois de décembre 1889 par le Service hydrographique de la Marine :

- 4277. Rade des Dunes (Angleterre).
- 4279. Havre de Cork (Irlande).
- 4300. Vues d'atterrages de la Manche.
- 4355. Port de Bergen (Norvège).

GÉOMÉTRIE. — *Transformations en Géométrie cinématique;*  
par **M. A. MANNHEIM.**

« Un mode de transformation peut s'appliquer, soit à des propriétés, soit à des constructions, soit à des formules. Dans mes Communications des 3 et 10 février, j'ai montré comment on peut transformer les propriétés des trajectoires des points d'une droite; je viens montrer aujourd'hui, comme exemple, l'application de mon mode de transformation à la transformation d'une construction et à celle d'une formule.

» Faisons d'abord remarquer que, bien qu'il soit évident que lorsque l'on donne les trajectoires de deux points d'une droite le déplacement de cette droite est bien déterminé et que, par suite, la connaissance des éléments des deux trajectoires données doit entraîner celle des éléments analogues pour les autres trajectoires décrites, on n'avait pas encore de solution pour des problèmes de ce genre. Ainsi j'ai, le premier, en 1870, fait connaître la construction importante qui permet de déterminer l'axe de courbure de la trajectoire d'un point quelconque d'une droite mobile lorsqu'on a les axes de courbure de deux points de cette droite.

» C'est d'abord cette construction que je vais transformer. Il est sans doute inutile de dire que l'on n'a jamais donné de mode de transformation applicable aux constructions de la Géométrie cinématique, pas plus qu'on n'en avait donné pour la transformation des propriétés du genre de celles dont j'ai parlé dans mes dernières Communications. Rappelons la construction dont je vais m'occuper : une droite mobile  $D$  se déplace de façon que ses points  $a$  et  $b$  décrivent des trajectoires données  $(a)$ ,  $(b)$ .

» Les plans normaux en  $a$  et  $b$  aux trajectoires de ces points se coupent suivant la droite  $\Delta$ , conjuguée de  $D$ . Sur le plan normal en  $a$  à  $(a)$ , il y a la droite  $\Delta$ , et l'axe de courbure  $\Gamma$  de  $(a)$ . Ces deux droites se coupent en  $r$ . La droite  $at$ , perpendiculaire en  $t$  à  $\Delta$ , rencontre  $\Gamma$  en  $i$ . On prend un

point  $k$  tel que

$$\frac{1}{tk} = \frac{1}{ti} - \frac{1}{ta}$$

» On joint le point  $k$  au point  $r$  par la droite  $K$ , et suivant cette droite on mène un plan  $(K)$  perpendiculaire au plan normal en  $a$  à  $(a)$ .

» Pour chacun des points de  $D$ , on a un plan tel que  $(K)$ : tous ces plans se coupent suivant une même droite  $\Delta_2$ .

» Cette droite  $\Delta_2$  est déterminée par l'intersection des plans tels que  $(K)$  relatifs aux trajectoires données  $(a)$ ,  $(b)$ . Sa projection sur le plan normal à la trajectoire d'un point quelconque de  $D$  permet, par une construction inverse de la précédente, de déterminer l'axe de courbure relatif à ce point. Telle est la construction à transformer. Remplaçons  $D$  par une file de sphères, et supposons tout de suite que  $D$  soit rejeté à l'infini. On a alors <sup>(1)</sup> un dièdre mobile de grandeur invariable, dont les faces touchent respectivement deux surfaces développables données. Pour une position du dièdre, on connaît les axes de courbure des deux surfaces développables; il s'agit de déterminer l'axe de courbure de l'enveloppe d'un plan  $(P)$  entraîné avec le dièdre et qui est parallèle à l'arête  $G$  de ce dièdre.

» On a

$$tk = rt \operatorname{tang}(\Delta_1, k), \quad ti = rt \operatorname{tang}(\Delta_1, \Gamma), \quad ta = rt \operatorname{tang}(\Delta_1, ra).$$

» Portant ces valeurs dans la relation précédente, elle devient

$$\frac{1}{\operatorname{tang}(\Delta_1, k)} = \frac{1}{\operatorname{tang}(\Delta_1, \Gamma)} - \frac{1}{\operatorname{tang}(\Delta_1, ra)}$$

» La droite  $\Delta_1$  est, dans le cas actuel, l'adjointe  $L_1$  au plan perpendiculaire à  $G$ , la droite  $\Gamma$  est l'axe de courbure de la surface développable enveloppe du plan qui provient de la sphère de centre  $a$ , la droite  $ra$  [que je désigne par  $(H)$ ] est perpendiculaire à ce plan, et la dernière relation peut s'écrire

$$\frac{1}{\operatorname{tang}(L_1, K)} = \frac{1}{\operatorname{tang}(L_1, \Gamma)} - \frac{1}{\operatorname{tang}(L_1, H)}$$

Cette relation permet de construire une droite  $K$  et, par suite, comme précédemment, un plan  $(K)$ . L'intersection des plans tels que  $(K)$ , relatifs aux deux surfaces développables données, est la droite  $L_2$ , qui remplace  $\Delta_2$ . La projection de  $L_2$  sur le plan mené normalement à  $(P)$ , sui-

---

(1) Je suppose connue ma précédente Communication.

vant la caractéristique de ce plan, permet, par une construction inverse de celle qui a donné  $I_2$ , d'obtenir l'axe de courbure de la développable enveloppe de (P).

» Notre construction est donc transformée, et nous avons retrouvé précisément celle à laquelle j'étais arrivé jadis directement.

» Passons à la transformation d'une formule.

» Conservons les notations précédentes. Appelons  $D'$  la nouvelle position de  $D$  après son déplacement infiniment petit et  $\Delta_1'$  la conjuguée de  $D'$ . On a la formule suivante, que je n'ai pas encore publiée,

$$\frac{(\widehat{D, D'})}{(\widehat{\Delta_1, \Delta_1'})} = \frac{\sin(D, \Delta_1)}{\text{tang}(\Delta_1, \Delta_2)}$$

Pour transformer cette formule, substituons toujours une file de sphères à la droite  $D$ , afin d'arriver à un faisceau de plans de grandeur invariable. Appelons  $G'$  la position infiniment voisine de  $G$ , après un déplacement infiniment petit du faisceau, et  $L_1'$  l'adjointe au plan perpendiculaire à  $G'$ .

»  $L_1$  est la conjuguée de  $D$ , qui est maintenant à l'infini sur un plan perpendiculaire à  $G$ . La droite de ce plan, qui rencontre  $L_1$  et lui est perpendiculaire, est aussi perpendiculaire à  $D$ ; par suite, l'angle de  $L_1$  et de  $D$  est égal à l'angle de  $L_1$  et de (P).

» Appliquant alors des formules connues (<sup>1</sup>), on a

$$(\widehat{D, D'}) = \text{tang}(D, L_1)(\widehat{G, G'})$$

» Portant cette valeur dans la formule précédente et remplaçant  $\Delta_1$  par  $L_1$  et  $\Delta_2$  par  $L_2$ , elle devient

$$\frac{(\widehat{G, G'})}{(\widehat{L_1, L_1'})} = \frac{\cos(D, L_1)}{\text{tang}(L_1, L_2)}$$

comme  $D$  et  $G$  font avec  $L_1$  des angles complémentaires, on arrive en définitive à

$$\frac{(\widehat{G, G'})}{(\widehat{L_1, L_1'})} = \frac{\sin(G, L_1)}{\text{tang}(L_1, L_2)}$$

(<sup>1</sup>) Voir mon *Étude sur le déplacement* (*Recueil des Savants étrangers*, t. XX, p. 23, et *Journal de l'École Polytechnique*, XLIII<sup>e</sup> Cahier, p. 76).

formule complètement analogue à celle d'où nous sommes partis. Cette analogie entre le point de départ et le point d'arrivée n'est pas un fait isolé, car on peut remarquer qu'elle existe pour tous les résultats obtenus par mon mode de transformation.

» Il n'est donc pas étonnant que j'aie pu autrefois signaler des analogies dignes d'être remarquées entre les propriétés relatives au déplacement d'une droite et celles qui concernent un faisceau mobile de grandeur invariable bien avant d'avoir trouvé un mode de transformation applicable en Géométrie cinématique. »

M. E. CARVALLO demande l'ouverture d'un pli cacheté déposé par lui le 31 mai 1886 et inscrit sous le n° 4052. Il ajoute :

« Je prie l'Académie de vouloir bien constater que ce pli contient le résultat suivant :

» L'influence du terme de dispersion de Briot sur la double réfraction du spath d'Islande prouve que la vibration lumineuse d'un rayon polarisé rectilignement est, conformément à l'hypothèse de Fresnel et contrairement à celle de Mac Cullagh et Neumann, dans un azimut perpendiculaire au plan de polarisation ('). »

Le pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient une Note dont les conclusions sont bien celles qu'indique l'auteur.

SPECTROSCOPIE. — *Sur la constitution des spectres linéaires des éléments chimiques.* Note de M. J.-R. RYDBERG, présentée par M. A. Cornu.

« Les recherches dont je résume ici les principaux résultats seront publiées en détail dans les *Svenska Vetensk.-Akad. Handlingar. Stockholm*. Elles ne s'étendent encore qu'aux éléments des groupes I, II, III du système périodique.

» Je désigne par  $n = 10^8 \cdot \lambda^{-1}$  ( $\lambda$  étant exprimé en unités d'Angstrom) le nombre d'ondes en  $1^{\text{cm}}$  dans l'air.

» 1. *Les raies longues forment des raies doubles ou triples, définies par la*

---

(') Les développements de cette démonstration font l'objet d'une thèse qui sera soutenue le 26 courant, devant la Faculté des Sciences de Paris.

. propriété que la différence ( $\nu$ ) des nombres d'ondes des composants correspondants est constante dans chaque élément.

» Cette propriété, trouvée indépendamment par l'auteur, a été indiquée pour la première fois par M. Hartley chez Mg, Zn, Cd. Les éléments des groupes I et III (valence impaire) n'ont que des doublets; chez les éléments du groupe II (valence paire), on trouve des triplets; mais il y a des doublets aussi, qui suivent la même loi que les autres.

» Voici, comme exemple, les *doublets du thallium* :

|                   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| $\lambda_1 \dots$ | 5349,5 | 3528,3 | 3229,0 | 2921,3 | 2825,4 | 2710,4 | 2669,1 | 2609,4 | 2552,0 | 2517,0 |
| $\nu \dots$       | 7792,6 | 7796,6 | 7794,9 | 7785,5 | 7766,1 | 7773,9 | 7783,1 | 7781,2 | 7794,2 | 7780,7 |
| $\lambda_2 \dots$ | 3775,6 | 2767,1 | 2579,7 | 2380,0 | 2317,0 | 2238,7 | 2210,0 | 2169,0 | 2128,6 | 2104,8 |

et les *triplets du mercure* :

|                   |        |        |        |        |        |        |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| $\lambda_1 \dots$ | 5460,5 | 3662,9 | 3341,2 | 3021,0 | 2925,2 | 2798,5 |
| $\nu_1 \dots$     | 4633,0 | 4644,0 | 4638,0 | 4602,9 | 4644,7 | 4626,6 |
| $\lambda_2 \dots$ | 4358,0 | 3130,4 | 2892,9 | 2652,2 | 2575,3 | 2477,7 |
| $\nu_2 \dots$     | 1763,4 | 1766,1 | 1776,4 | 1761,9 | 1759,0 | »      |
| $\lambda_3 \dots$ | 4047,0 | 2966,4 | 2751,5 | 2533,8 | 2463,7 | »      |

» 2. Les composants correspondants des raies doubles ou triples forment des séries dont les termes sont des fonctions des nombres entiers consécutifs. Toute série peut s'exprimer approximativement par une équation de la forme

$$(1) \quad n = n_0 - \frac{N_0}{(m + \mu)^2},$$

où  $n$  est le nombre d'ondes,  $m$  un nombre entier quelconque (le numéro d'ordre du terme),  $N_0 = 109721,6$ , constante commune à toutes les séries et à tous les éléments,  $n_0$ ,  $\mu$  des constantes spécifiques de la série.

» MM. Liveing et Dewar ont les premiers reconnu l'existence des séries et leur aspect différent. Il y en a trois différentes espèces : *séries nébuleuses, étroites et principales*. Les deux premières sont formées de raies doubles ou triples; je les nomme *première, deuxième, troisième* série nébuleuse ou étroite. Les raies de la première série de chaque espèce sont les plus fortes et les moins réfrangibles. Les séries principales ne sont encore trouvées que dans le groupe I. Elles sont doubles, mais les doublets sont d'une autre espèce, les composants se rapprochant de plus en plus à l'accroissement du numéro d'ordre des termes (voir n° 3). Je nomme *première série principale* la série plus forte qui est la plus réfrangible des deux. Comme exemple des séries, je citerai la série principale du lithium.

» Formule :

$$n = 43487.7 - \frac{109731.6}{(m - 0.4596)^2}$$

| m.          | 1.     | 2.     | 3.     | 4.     | 5.     | 6.     | 7.     | 8.     | 9.     |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| λ obs.....  | 6705.2 | 3231   | 2741   | 2561.5 | 2475   | 2415.5 | 2394.5 | 2373.5 | 2359   |
| λ calc..... | 6704.8 | 3229.8 | 2740.5 | 2562.3 | 2475.3 | 2415.9 | 2394.9 | 2374.1 | 2359.5 |
| Diff....    | -0.4   | -1.1   | 0.5    | -0.8   | -0.3   | -0.4   | -0.4   | -0.6   | -0.5   |

» 3. Les séries différentes d'un élément sont liées entre elles par des relations diverses d'une manière qui montre qu'elles font partie d'un seul et même système de vibrations.

» Les séries d'un même groupe (nébuleux ou étroit) ont la même valeur de  $\mu$ ; la différence des valeurs de  $n_s$  est égale à  $\nu$ .

» Les séries du même numéro d'ordre dans les groupes différents ont la même valeur de  $n_s$ ; elles se distinguent par les valeurs de  $\mu$ .

» En écrivant l'équation (1) sous la forme

$$(2) \quad \frac{n}{N_0} = \frac{1}{(m_1 + \mu_1)^2} - \frac{1}{(m_2 + \mu_2)^2},$$

on trouve que, en faisant usage des mêmes constantes  $\mu_1$  et  $\mu_2$ , l'équation (2) représente une série étroite ou une série principale suivant qu'on laisse varier l'un ou l'autre des nombres entiers  $m_1$  et  $m_2$ ; au nombre qui ne varie pas, il faut donner la valeur 1.

» Pour représenter avec un haut degré d'approximation le spectre connu d'un des métaux alcalins, on n'a besoin que de quatre constantes (chez Li il n'en faut que trois), la constante générale  $N_0$  n'étant pas comptée.

» 4. Les longueurs d'onde des raies correspondantes, de même que les valeurs des constantes  $\nu$ ,  $n_s$ ,  $\mu$  dans les séries correspondantes des différents éléments, sont des fonctions périodiques du poids atomique. Voici, comme exemple, les longueurs d'onde du deuxième doublet ou triplet ( $m = 2$ ) du groupe nébuleux :

| Groupe d'éléments. | Li   | Na   | K.    | Cu.    | Ag.    | Au.    |
|--------------------|------|------|-------|--------|--------|--------|
| .....              | 6102 | 8199 | 12330 | 5217,1 | 5470,0 | 5862,0 |
|                    |      | 8187 |       | 5152,6 | 5464,0 | 5836,0 |
|                    |      |      |       |        | 5208,7 | 4792,0 |



| Groupe d'éléments. | Bc.    | Mg.    | Ca.                | Zn.    | Cd.                | Hg.                |
|--------------------|--------|--------|--------------------|--------|--------------------|--------------------|
| II. . . .          | 3130,3 | 3837,9 | { 4455,2<br>4454,0 | 3344,4 | { 3611,8<br>3609,4 | { 3662,9<br>3654,4 |
|                    | 3130,0 | 3832,1 | { 4435,3<br>4434,5 | 3301,7 | { 3466,7<br>3465,2 | { 3130,4<br>3124,5 |
|                    |        | 3829,2 | 4425,0             | 3281,7 | 3402,7             | 2966,4             |
|                    | B.     | Al.    |                    |        | In.                | Fl.                |
| III. . . .         | 2497,0 | 3091,9 |                    |        | { 3257,8<br>3255,5 | { 3528,3<br>3517,8 |
|                    | 2496,2 | 3081,2 |                    |        | 3038,7             | 2767,1             |

» La périodicité des constantes permet de calculer par interpolation le spectre d'un élément, quand on connaît les spectres des éléments voisins du système périodique. Voici les longueurs d'onde des premiers termes des groupes étroits et nébuleux de Ga, calculées sans connaissance des raies mesurées. Valeur calculée de  $\nu = 831,6$  :

| m.                      | Groupe nébuleux. |        |        | Groupe étroit. |        |        |
|-------------------------|------------------|--------|--------|----------------|--------|--------|
|                         | 1.               | 2.     | 3.     | 2.             | 3.     | 4.     |
| Première série. . . . . | 6663,4           | 2649,2 | 2494,3 | 4173,7         | 2737,0 | 2424,4 |
| Deuxième série. . . . . | 6313,5           | 2878,6 | 2443,6 | 4033,7         | 2676,1 | 2379,3 |

» Les longueurs d'onde des seules raies mesurées sont :

$$\text{Lecoq de Boisbaudran } \begin{cases} 4170 \\ 4031 \end{cases} \nu = 826,9, \quad \text{Delachanal } \begin{cases} 4171 \\ \text{et Mermet } 4233 \end{cases} \nu = 820,3.$$

» Les hypothèses de M. Lockyer sur la dissociation des éléments sont tout à fait incompatibles avec les résultats de ces recherches. »

**ÉLECTRICITÉ.** — *Oscillations électriques dans des espaces à air raréfié, sans électrodes; démonstration de la non-conductibilité du vide.* Note de M. **JAMES MOSER**, présentée par M. Lippmann.

« Dans un récent travail, M. Hertz (1) a obtenu une réalisation expérimentale des idées de M. Heaviside et de M. Poynting sur les oscillations électriques. D'après ces idées, les oscillations électriques dans un fil pren-

(1) *Wied. Ann.*, T. XXXVII, p. 395, Cahier de juillet 1889.

nent leur origine à sa surface, pénétrant d'autant plus à l'intérieur qu'elles sont plus lentes. Plus elles sont rapides, plus elles restent superficielles.

» M. Hertz a figuré un fil conducteur au moyen d'une sorte de cage cylindrique. A cet effet, 24 fils tendus entre deux disques métalliques représentaient la surface d'un fil cylindrique; tandis qu'au milieu une tige métallique joignant les deux centres des disques et interrompue par un micromètre à étincelles en représentait l'axe. Il a fait voir qu'une oscillation électrique induite dans ce siphon ne produit pas d'étincelles dans le micromètre placé sur l'axe.

» C'est ainsi que j'ai été conduit à l'expérience suivante, dans laquelle je me sers d'espaces raréfiés, sans aucun métal, sans électrode d'aucune sorte comme conducteurs pour les oscillations.

» On a observé souvent que des tubes à air raréfié deviennent lumineux au voisinage d'une bobine d'induction en activité. Cependant, d'après toutes les descriptions, les tubes étaient munis d'électrodes traversant le verre comme dans les tubes de Geissler, ou simplement appliquées sur la surface extérieure comme dans ceux de Gassiot. Mais je n'ai trouvé dans aucune description l'expérience qui paraît s'offrir d'elle-même et qui consiste à exciter un tube sans aucune électrode, par les décharges d'une bobine placée dans son voisinage. Pourtant, c'est l'élimination des électrodes qui simplifierait la solution de quelques problèmes de Physique.

» Dans mon expérience, j'entoure un tube raréfié et complètement scellé, de 40<sup>cm</sup> de longueur et de 3<sup>mm</sup> de diamètre, d'un autre tube un peu plus long et de 10<sup>mm</sup> de diamètre. Ce tube extérieur est scellé d'un côté et soudé de l'autre côté à la pompe de Geissler. Le vide du tube intérieur reste invariable et devient lumineux, d'un bleu clair, sans stratification, au voisinage d'une bobine d'induction. Si maintenant on fait également le vide dans le tube enveloppe, le vide du tube intérieur restant constant, on observe ce qui suit :

» 1° Si dans le tube extérieur la pression est celle de l'atmosphère, le tube intérieur, sous l'influence d'une bobine, devient lumineux, d'un bleu clair comme toujours.

» 2° Si dans le tube extérieur la pression descend à 1<sup>mm</sup> de mercure, l'air y devient conducteur et lumineux, d'une couleur rouge foncé. A ce moment, l'*effet protecteur* du tube enveloppe se déclare. Le phénomène est renversé.

» Or on sait que les tubes de Geissler, munis d'électrodes et amenés à un état de raréfaction extrême, refusent le passage à la décharge élec-

trique. Ce phénomène a été beaucoup discuté. Quelques physiciens l'ont expliqué par le pouvoir isolant du vide; d'autres, regardant le vide comme bon conducteur, supposent une grande résistance au passage, à la surface des électrodes. Mais, dans mes expériences, il n'y a pas d'électrodes; il ne peut donc être question de cette résistance au passage.

» L'expérience fait voir, en effet, qu'en diminuant la pression au-dessous de 1<sup>mm</sup> et en poussant à l'extrême la raréfaction, le tube enveloppe devient obscur de nouveau et le tube intérieur lumineux. L'apparence est la même que si la pression, dans le tube enveloppe, était égale à celle de l'atmosphère.

» Le vide plus parfait n'a donc plus d'effet protecteur; il est dénué de conductibilité pour le courant électrique. »

OPTIQUE. — *Sur la variation qu'éprouvent, avec la température, les biréfringences du quartz, de la barytine et du disthène.* Note de MM. ER. MALLARD et H. LE CHATELIER, présentée par M. Daubrée.

« L'un de nous<sup>(1)</sup>, en étudiant les variations que subissent la dilatation et la polarisation rotatoire du quartz avec la température, a montré que cette substance subit, à la température de 570° environ, un changement d'état réversible. Le but principal de nos observations a été de constater l'influence que ce changement d'état exerce sur la biréfringence.

» La constatation est des plus aisées. Une lame de quartz, taillée parallèlement à l'axe et dont un couple thermo-électrique donne à chaque instant la température, est placée dans un tube de porcelaine chauffé par un fourneau à gaz. Un faisceau de lumière solaire est dirigé suivant l'axe du tube, à l'entrée et à la sortie duquel sont placés deux nicols croisés. Le faisceau solaire, après avoir traversé le dernier nicol, tombe sur un spectroscope qui montre les franges de Fizeau et Foucault.

» A mesure que la température du quartz monte, on voit les franges se déplacer lentement vers le violet, accusant ainsi une diminution graduelle de la biréfringence. A 570° environ, les franges se brouillent, disparaissent même, pour reparaitre, dès que toute la masse de la lame cristalline a dépassé la température de 570°, mais tout autrement placées qu'avant leur

---

(<sup>1</sup>) H. LE CHATELIER, *Sur la dilatation du quartz* (*Comptes rendus*, 20 mai 1889), et *Sur la polarisation rotatoire du quartz* (*Comptes rendus*, 12 août 1889).

disparition. La brusquerie du changement d'état et son influence sur la biréfringence se trouvent ainsi nettement accusées.

» La température de la lame de quartz croissant au-dessus de  $57^{\circ}$ , on voit les franges se déplacer très lentement, mais en marchant vers le rouge, accusant une augmentation de la biréfringence.

» Pour mesurer avec précision les variations ainsi constatées, nous avons photographié les franges que montre le spectroscopie, en inscrivant sur le même cliché les raies du magnésium.

» On mesurait, avec un appareil donnant le centième de millimètre, les distances de chaque frange à la raie indigo du magnésium. Grâce à une graduation préalable faite avec beaucoup de soin en photographiant les raies solaires, ainsi que celles du magnésium et du sodium, ces mesures donnaient la longueur d'onde  $\lambda$  correspondant à chaque frange. Le numéro  $n$  de la frange était indiqué par des observations préliminaires que nous laissons de côté. Le produit  $n\lambda$  donnait alors le retard  $R$  introduit par l'épaisseur de la lame cristalline entre les deux vibrations principales.

» Cette méthode, dont la précision est très grande, a l'avantage de faire connaître à chaque température la dispersion cristalline.

» A  $15^{\circ}$  environ, le retard  $R$  d'une lame de quartz, parallèle à l'axe, d'une épaisseur de  $3^{\text{mm}}$ ,  $269$ , peut être représenté, d'après nos observations, au moins entre  $\lambda = 0,589$  et  $\lambda = 0,390$ , par l'expression

$$(1) \quad 10^5 R_{15} = 2868 + 41,5 \frac{1}{\lambda^2},$$

$\lambda$  étant exprimé en millièmes de millimètre.

» On verra, par le Tableau suivant, où nous n'avons inscrit les franges que de quatre en quatre, que l'écart entre le nombre observé et celui qu'on déduit de (1) ne dépasse pas, sauf pour les franges extrêmes, trop peu nettes sur le cliché,  $\frac{1}{3000}$  de la valeur :

| Numéros<br>des<br>franges. | $\lambda$ .    | $10^5 R$ . |          | Numéros<br>des<br>franges. | $\lambda$ .    | $10^5 R$ . |          |
|----------------------------|----------------|------------|----------|----------------------------|----------------|------------|----------|
|                            |                | observé.   | calculé. |                            |                | observé.   | calculé. |
| 52.....                    | $0,5764^{\mu}$ | 2997       | 2993     | 68.....                    | $0,4515^{\mu}$ | 3071       | 3071     |
| 56.....                    | $0,5380$       | 3012       | 3011     | 72.....                    | $0,4293$       | 3092       | 3092     |
| 60.....                    | $0,5048$       | 3030       | 3031     | 76.....                    | $0,4096$       | 3114       | 3114     |
| 64.....                    | $0,4764$       | 3049       | 3050     | 80.....                    | $0,3926$       | 3141       | 3136     |

» On peut établir des expressions telles que (1) à diverses températures. En divisant les termes de ces expressions par  $3^{\text{mm}}$ ,  $269 (1 + d_t)$ ,  $d_t$  étant la

dilatation du quartz suivant une direction perpendiculaire à l'axe, telle que la donnent les expériences, déjà citées, de l'un de nous, on obtient la différence  $\Delta$  des indices principaux du quartz pour toutes les températures auxquelles sont faites les observations.

» Au-dessous de  $570^\circ$ , les observations sont correctement représentées par l'expression générale

$$(2) \quad 10^5 \Delta = 878,2 - 0,0919t - 0,000184t^2 + (12,68 + 0,00072t) \frac{1}{\lambda^2}.$$

» Cette formule est sensiblement d'accord avec les observations de M. Mascart faites à la température ambiante, et avec celles de M. Fizeau et de M. Dufet faites entre  $0^\circ$  et  $100^\circ$ . M. Mascart trouve à  $15^\circ$ , pour  $\lambda = 0,5892$ ,  $10^5 \Delta = 914,8$  et nous  $913,4$ . M. Dufet trouve pour le même  $\lambda$  à  $100^\circ$   $903,6$  et nous  $903,5$ .

» A  $570^\circ$  il se fait une diminution brusque représentée par

$$22,3 + 2,73 \frac{1}{\lambda^2}.$$

» Au-dessus de  $570^\circ$ , nos observations conduisent à représenter  $\Delta$  par l'expression

$$(3) \quad 10^5 \Delta = \left( 743,2 + 10,36 \frac{1}{\lambda^2} \right) [1 + 0,0000755(t - 570)].$$

» La variation de la biréfringence a donc complètement changé d'allure après la transformation; de décroissante, elle est devenue croissante; de parabolique, elle est devenue rectiligne. En outre, le terme indépendant de  $\lambda$  et le coefficient de  $\frac{1}{\lambda^2}$ , qui, avant la transformation, suivaient des lois de variation absolument différentes, sont multipliés, après la transformation, par un même coefficient.

» Les variations de la biréfringence et surtout de la dispersion cristalline sous l'influence de la température sont encore si peu connues que nous avons cru utile d'appliquer notre procédé à quelques cristaux autres que le quartz. Nous avons étudié la barytine et le disthène.

» La barytine nous a donné, entre  $0^\circ$  et  $1050^\circ$ , une loi de variation extrêmement simple, représentée, pour une lame de clivage  $p$ , ayant  $1^{\text{mm}}$  d'épaisseur à  $0^\circ$ , par l'expression

$$10^5 R = \left( 1010,8 + 18,52 \frac{1}{\lambda^2} \right) (1 - 0,00069t).$$

» La loi de la variation est rectiligne et représentée par le même coefficient pour le terme indépendant de  $\lambda$  et pour le coefficient de  $\frac{1}{\lambda^2}$ . Cette formule est, au reste, bien d'accord avec les mesures d'Heusser faites à 15° et avec les mesures de M. Arzruni faites entre 0° et 200°.

» Quant au disthène, nous avons trouvé, pour le retard que produit une lame parallèle au clivage principal, ayant 1<sup>mm</sup> d'épaisseur à 0°, deux expressions différentes, l'une s'appliquant entre 0° et 300°, l'autre entre 600° et 1050°: la première est

$$10^5 R = \left( 225,7 + 4,68 \frac{1}{\lambda^2} \right) (1 + 0,0000475t),$$

et l'autre est

$$10^5 R = \left( 221 + 5,56 \frac{1}{\lambda^2} \right) (1 + 0,0000744t).$$

» Il paraît donc se produire un phénomène particulier entre 300° et 600°. »

CHIMIE. — *Sur la tension de vapeur des dissolutions faites dans l'acide acétique.* Note de MM. F.-M. RAOULT et A. RECOURA, présentée par M. Berthelot.

« Pour cette étude, nous avons employé de préférence la *méthode dynamique*, fondée sur l'observation du point d'ébullition sous des pressions connues. La dissolution acétique employée est placée dans un ébullioscope en verre, ayant la forme d'un flacon à fond arrondi et qui communique, par un tube soudé latéralement dans sa partie supérieure, avec un réfrigérant à reflux. Le réservoir d'un thermomètre, entouré d'un fil de palladium hydrogéné roulé en spirale lâche, destiné à régulariser l'ébullition (*Journal de Physique*, 2<sup>e</sup> série, t. VIII, janvier 1889), plonge entièrement dans le liquide. La tige de ce thermomètre est fixée dans le col de l'ébullioscope, au moyen d'un bouchon de liège percé d'un trou central. Les choses étant ainsi disposées, on produit l'ébullition sous la pression atmosphérique, et l'on note la température du liquide bouillant. Dans ces conditions, la tension de vapeur  $f'$  de la dissolution est mesurée par le baromètre et la tension de vapeur  $f$  de l'acide acétique pur à la même température est donnée par une Table dressée d'avance. Voici cette Table :

*Tensions de vapeur de l'acide acétique à différentes températures.*

| Températures. | Tensions.           | Températures. | Tensions.           | Températures. | Tensions.           |
|---------------|---------------------|---------------|---------------------|---------------|---------------------|
| 115°.....     | 700,6 <sup>mm</sup> | 119°.....     | 792,8 <sup>mm</sup> | 122°.....     | 871,0 <sup>mm</sup> |
| 116°.....     | 722,5               | 120°.....     | 818,5               | 123°.....     | 898,2               |
| 117°.....     | 745,2               | 131°.....     | 844,3               | 134°.....     | 925,6               |
| 118°.....     | 768,4               |               |                     |               |                     |

» Des précautions spéciales sont prises pour empêcher le déplacement du zéro du thermomètre au cours des expériences, et pour permettre de faire rigoureusement la correction relative à la partie non immergée de la tige.

» Pour vérifier l'exactitude de cette méthode, nous l'avons appliquée, en même temps que la méthode statique, à la détermination de la diminution de tension de vapeur de deux dissolutions, l'une d'acide benzoïque, l'autre d'acide salicylique dans l'acide acétique, à une température voisine de 100°. Les résultats obtenus par les deux méthodes ont été d'accord à  $\frac{1}{30}$  près.

» La méthode dynamique ainsi pratiquée ne permet d'obtenir une exactitude suffisante qu'avec des dissolutions passablement concentrées. Mais, à l'aide de quelques observations faites sur des dissolutions de même nature et de concentrations différentes, il est possible, comme l'un de nous l'a indiqué ailleurs, de calculer la diminution de tension pour une dissolution très étendue.

» L'un de nous a montré (*Comptes rendus*, 23 mai 1887; *Annales de Chimie et de Physique*, 6<sup>e</sup> série, t. XV; 1888) que, si l'on représente par

- $f$  la tension de vapeur du dissolvant pur à une certaine température;
- $f'$  la tension de vapeur que ce dissolvant possède à la même température quand il tient en dissolution un corps fixe;
- $P$  le poids de la substance fixe dissoute dans 100<sup>gr</sup> de dissolvant;
- $M$  le poids moléculaire du corps dissous;
- $M'$  le poids moléculaire du dissolvant,

on a sensiblement, si les dissolutions sont très étendues,

$$(a) \quad \frac{100(f-f')}{f'P} \frac{M}{M'} = K,$$

$K$  étant une constante propre à chaque dissolvant, généralement *voisine de*

*l'unité* et qui, avec les douze dissolvants sur lesquels il a opéré jus qu'à présent, est restée comprise entre 0,95 et 1,09; moyenne, 1,05. Or, en employant l'acide acétique comme dissolvant volatil, nous avons trouvé récemment une valeur de  $K$  qui, par exception, est très différente de cette moyenne, au moins en apparence.

Voici, en effet, les valeurs de  $K$  que nous avons obtenues en opérant comme nous l'avons dit ci-dessus sur des dissolutions de différentes substances, relativement fixes, dans l'acide acétique bouillant. Ces valeurs se rapportent à des dissolutions supposées très étendues. Elles ont été calculées en faisant, dans la formule (a),  $M = 60$ : ce qui équivaut à supposer que la molécule physique de l'acide acétique liquide et bouillant renferme une seule molécule chimique  $C^2H^4O^2$ .

| Corps dissous dans l'acide acétique. |                           | $K$ . |
|--------------------------------------|---------------------------|-------|
| Nitronaphtaline.....                 | $C^{10}H^8AzO^2 = 173$    | 1,63  |
| Camphre monobromé.....               | $C^{10}H^{10}BrO = 231$   | 1,63  |
| Benzophénone.....                    | $C^{10}H^8O = 184$        | 1,68  |
| Acide picrique.....                  | $C^7H^3Az^2O^6 = 199$     | 1,60  |
| Acide salicylique.....               | $C^7H^6O^2 = 138$         | 1,60  |
| Acide benzoïque.....                 | $C^7H^6O^2 = 122$         | 1,59  |
| Acétate de diphenylamine.....        | $C^{16}H^{14}AzO^2 = 119$ | 1,57  |
| Acétate de potasse.....              | $KC^2H^3O^2 = 98$         | 1,57  |
|                                      | Moyenne de $K =$          | 1,61  |

Les valeurs ainsi trouvées pour  $K$ , avec les dissolutions faites dans l'acide acétique, sont donc toujours voisines de 1,61 et elles s'éloignent de l'unité beaucoup plus que toutes les autres.

Il faut chercher la cause de cet écart exceptionnel dans une erreur considérable, que nous commettons sans doute en prenant pour le poids moléculaire *physique*  $M$  de l'acide acétique liquide le nombre 60 qui représente son poids moléculaire *chimique*. Suivant toute vraisemblance, à une température déterminée, la constitution de la molécule *physique* d'un corps est la même à l'état liquide et à l'état de vapeur saturée. S'il en est réellement ainsi, le poids moléculaire physique  $M$  de l'acide acétique liquide et bouillant doit être égal à  $60 \times \frac{3,35}{2,08}$  ou 97, comme celui de la vapeur saturée à la même température (le nombre 3,35 étant la densité de la vapeur saturée de l'acide acétique à 118°, et 2,08 sa densité normale d'après les expériences bien connues de M. Cahours). Or, si l'on calcule les résultats, en faisant, dans la formule (a),  $M = 97$  au lieu de  $M = 60$ , l'écart disparaît



et l'on trouve sensiblement  $K = 1$  avec l'acide acétique, comme avec la plupart des autres dissolvants volatils. L'exception est donc purement apparente, et corrélative à l'anomalie présentée par la densité de vapeur de ce liquide. »

CHIMIE. — *Action, par la voie sèche, des différents arséniate de potasse et de soude sur les oxydes de la série magnésienne.* Note de M. C. LEFFÈVRE, présentée par M. Troost.

« *Magnésie.* — La magnésie anhydre, ou mieux son carbonate étant dissous à basse température dans du métaarséniate de potasse en fusion, on obtient un pyroarséniate de composition  $4\text{MgO} \cdot 2\text{KO} \cdot 3\text{AsO}_5$  se présentant sous forme de prismes transparents dont les angles d'extinction sont à  $45^\circ$  de l'axe.

» En opérant à une température plus haute et en dissolvant l'oxyde jusqu'à saturation, on obtient un orthoarséniate  $2\text{MgO} \cdot \text{KO} \cdot \text{AsO}_5$ , analogue au phosphate qui se produit dans les mêmes conditions. Si l'on additionne l'arséniate alcalin de chlorure de potassium, on obtient le même produit tant que la proportion de chlorure est inférieure à 85 pour 100 du mélange. Si elle devient supérieure, il se forme des produits chlorés. Le pyro et l'orthoarséniate de potasse, additionnés de chlorure alcalin, donnent aussi  $2\text{MgO} \cdot \text{KO} \cdot \text{AsO}_5$ . Ce sont des lamelles feuilletées à extinction longitudinale.

» A basse température et sans excès d'oxyde, le métaarséniate de soude donne le pyroarséniate  $4\text{MgO} \cdot 2\text{NaO} \cdot 3\text{AsO}_5$ , analogue au produit correspondant de chaux. Il se présente sous forme de larges lamelles transparentes, agissant peu sur la lumière. A plus haute température et avec une proportion d'oxyde plus grande, on obtient l'orthoarséniate



qui se produit encore quand on additionne l'arséniate alcalin de chlorure de sodium. Le pyro et l'orthoarséniate de soude donnent le même produit. Ce sont de beaux prismes transparents à extinction longitudinale, se dissolvant très lentement dans les acides étendus.

» *Zinc.* — Le métaarséniate de potasse donne avec l'oxyde de zinc non en excès le pyroarséniate  $2\text{ZnO} \cdot \text{AsO}_5$ , sous forme de petites lamelles agissant sur la lumière et s'altérant à la longue par l'eau. En dissolvant

l'oxyde jusqu'à saturation, il se forme l'orthoarséniate  $2\text{ZnO} \cdot \text{KO} \cdot \text{AsO}^5$ , analogue au phosphate correspondant. L'addition de chlorure de potassium ne donne toujours que ce dernier produit, quelle que soit la proportion de chlorure. Il se présente sous forme de petits prismes, un peu opaques, à extinction longitudinale.

» Le pyro et l'orthoarséniate de potasse donnent ce même arséniate.

» Avec le métaarséniate de soude, en opérant à basse température et sans excès d'oxyde, on obtient des cristaux brisés, assemblés suivant deux directions rectangulaires et agissant énergiquement sur la lumière. Ils répondent à la composition d'un pyroarséniate  $\text{ZnO} \cdot \text{NaO} \cdot \text{AsO}^5$ . Si l'on dissout l'oxyde jusqu'à saturation et si l'on opère à plus haute température, on n'obtient plus que l'orthoarséniate  $2\text{ZnO} \cdot \text{NaO} \cdot \text{AsO}^5$ . En additionnant de chlorure alcalin les trois arsénates de soude, on obtient encore ce dernier produit. Il se présente sous forme de prismes allongés, transparents et à extinction longitudinale.

» *Manganèse.* — Le carbonate ou les différents oxydes de manganèse étant dissous, non en excès, dans le métaarséniate de potasse, on obtient le pyroarséniate  $2\text{MnO} \cdot \text{AsO}^5$ , isomorphe du produit correspondant de zinc. En employant l'oxyde jusqu'à saturation, il se produit l'orthoarséniate  $2\text{MnO} \cdot \text{KO} \cdot \text{AsO}^5$ , analogue au phosphate correspondant. L'addition de chlorure de potassium à l'arséniate alcalin donne ce dernier produit, tant que la proportion de chlorure est inférieure à 88 pour 100. Si elle devient supérieure, il se forme en même temps des produits chlorés. Le pyro et l'orthoarséniate de potasse donnent aussi  $2\text{MnO} \cdot \text{KO} \cdot \text{AsO}^5$ . Ce sont des prismes roses, isomorphes du produit correspondant de magnésie.

» Avec le métaarséniate de soude, il se forme le pyroarséniate  $2\text{MnO} \cdot 4\text{NaO} \cdot 3\text{AsO}^5$ . Ce sont de petits cristaux incolores, à extinction oblique. Si l'on additionne l'arséniate de chlorure alcalin, il se forme, outre le produit précédent, un orthoarséniate de composition  $\text{MnO} \cdot 2\text{NaO} \cdot \text{AsO}^5$ . Ce dernier corps se produit seul quand on opère avec le pyro ou l'orthoarséniate de soude.

» Il se présente sous forme de cristaux roses, transparents, groupés suivant deux directions rectangulaires et n'agissant pas sur la lumière.

» *Cadmium.* — Le métaarséniate de potasse donne avec l'oxyde de cadmium ou son carbonate, d'abord le pyroarséniate  $2\text{CdO} \cdot \text{AsO}^5$ , si l'on n'emploie pas un excès d'oxyde, puis l'orthoarséniate  $2\text{CdO} \cdot \text{KO} \cdot \text{AsO}^5$ , si l'on emploie l'oxyde jusqu'à saturation. Les deux produits sont isomorphes des produits correspondants de zinc et se présentent sous le même aspect. L'addition de chlorure alcalin ne donne jamais de

produits chlorés. Avec les arséniate de soude, on obtient des produits isomorphes des produits correspondants de manganèse, d'abord un pyroarséniate



puis un orthoarséniate  $\text{CdO} \cdot 2\text{NaO} \cdot \text{AsO}_5$ .

» *Nickel*. — L'oxyde de nickel donne, avec une proportion d'oxyde d'environ 8 pour 100, de beaux prismes verts, probablement orthorhombiques et répondant à la composition d'un orthoarséniate  $12\text{NiO} \cdot 3\text{KO} \cdot 5\text{AsO}_5$ . Si l'on opère avec une plus forte proportion d'oxyde, on obtient, outre le produit précédent, un autre orthoarséniate  $2\text{NiO} \cdot \text{KO} \cdot \text{AsO}_5$ . En additionnant de chlorure alcalin les trois arséniate de potasse, il ne se produit plus que  $2\text{NiO} \cdot \text{KO} \cdot \text{AsO}_5$ . Ce sont de larges lamelles micacées, d'un jaune clair, dépolarisant faiblement la lumière.

» Avec le métaarséniate de soude, on obtient des prismes verts, transparents, clinorhombiques du pyroarséniate  $4\text{NiO} \cdot 2\text{NaO} \cdot 3\text{AsO}_5$ . Si l'on ajoute à l'arséniate du chlorure alcalin, il se forme, outre ce produit, l'orthoarséniate  $2\text{NiO} \cdot \text{NaO} \cdot \text{AsO}_5$ , que l'on obtient seul lorsqu'on opère avec le pyro ou l'orthoarséniate de soude. Ce sont des lamelles verdâtres, dérivées d'un prisme hexagonal et qui, parallèlement à l'axe, n'agissent pas sur la lumière.

» *Cobalt*. — En dissolvant peu d'oxyde de cobalt dans le métaarséniate de potasse, on obtient le pyroarséniate  $2\text{CoO} \cdot \text{AsO}_5$  sous forme de cristaux violacés, mamelonnés et agissant sur la lumière. Une plus forte proportion d'oxyde permet d'obtenir l'orthoarséniate  $2\text{CoO} \cdot \text{KO} \cdot \text{AsO}_5$ . En additionnant de chlorure alcalin les trois arséniate de potasse, on obtient ce dernier produit sous forme de prismes bleus, un peu opaques, à extinction longitudinale.

» Avec le métaarséniate de soude, on obtient le pyroarséniate  $4\text{CoO} \cdot 2\text{NaO} \cdot 3\text{AsO}_5$ , isomorphe du produit correspondant de nickel. Ce sont des lamelles violacées assez fortement maclées. Si l'on opère en présence de chlorure alcalin, on obtient, outre ce produit, l'arséniate  $\text{CoO} \cdot 2\text{NaO} \cdot \text{AsO}_5$  qui se forme seul avec le pyro ou l'orthoarséniate de soude.

» Il se présente sous forme de prismes bleus transparents, isomorphes des produits correspondants de manganèse et de cadmium.

» En résumé, nous voyons que les oxydes de la série magnésienne donnent toujours, comme produit ultime avec les arséniate de potasse, un arséniate double de composition  $2\text{MO} \cdot \text{KO} \cdot \text{AsO}_5$ . Ils se conduisent donc comme les alcalino-terreux (1). Avec les arséniate de soude, les uns donnent un arséniate double de composition  $2\text{MO} \cdot \text{NaO} \cdot \text{AsO}_5$  et se rapprochent ainsi de la chaux; les autres donnent un autre arséniate double, moins riche en oxyde, et ayant pour composition  $\text{MO} \cdot 2\text{NaO} \cdot \text{AsO}_5$ . La première série comprend le magnésium, le zinc et le nickel, la seconde le cobalt, le manganèse et le cadmium.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 1058.

» D'autre part, le magnésium et le manganèse se rapprochent l'un de l'autre et des métaux alcalino-terreux par la formation de chloro-arséniates, tandis qu'avec les autres oxydes, il ne se forme pas de produits chlorés (1). »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage volumétrique du cuivre*. Note de MM. A. ETARD et P. LEBEAU, présentée par M. Schützenberger.

« I. On ne sait doser le cuivre avec exactitude par aucune méthode rapide, car la voie électrolytique, qui est parfaite, demande un temps assez long. Divers procédés de dosage volumétrique ont été proposés, mais pour aucun d'eux il n'existe de réaction nette appartenant au cuivre et annonçant avec certitude la fin de l'opération. D'ailleurs, le nombre des méthodes volumétriques par différence qui ont été publiées jusqu'à ce jour montre bien qu'aucun résultat définitif n'a été atteint.

» L'un des plus expéditifs parmi les titrages du cuivre est celui qui se pratique en faisant disparaître, au moyen d'une liqueur stanneuse (2), la coloration jaune que présente un sel de cuivre en solution dans l'acide chlorhydrique concentré et en grand excès. La coloration qu'on observe dans ces conditions est due à un chlorhydrate de chlorure de cuivre qui, d'après M. Engel, a pour formule  $\text{CuCl}^2, \text{HCl} + 3\text{H}^2\text{O}$ . La couleur jaune de ce sel n'étant pas très intense, il est malaisé de saisir la fin du dosage qui, pour cette raison, est peu exact.

» II. Récemment (3) on a signalé une réaction colorée du cuivre qui se produirait en présence d'acide sulfurique et de bromure de potassium. Antérieurement à cette publication, nous utilisions la réaction colorée en question pour doser le cuivre. Mais nous avons constaté qu'elle était due au bromure cuivrique additionné d'acide bromhydrique concentré, sans intervention d'acide sulfurique. Il se fait là, très vraisemblablement, un bromhydrate de bromure cuivrique violet, comparable au chlorhydrate jaune précité.

» La coloration se développe dans des milieux ne contenant que

---

(1) Travail fait au laboratoire d'Enseignement et de Recherches chimiques de la Faculté des Sciences.

(2) E. WEIL, *Comptes rendus*, t. LXX.

(3) DENIGÈS, *Comptes rendus*; 1889.

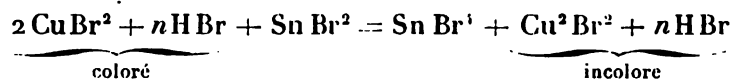
$\text{CuBr}^2$ ,  $\text{HBr}$  et  $\text{H}^2\text{O}$  comme éléments indispensables. Un petit excès d'eau ramène aussitôt la couleur violette au vert, teinte ordinaire des sels de cuivre.

» Quoi qu'il en soit d'ailleurs, nous avons utilisé la coloration bromocuprique comme indice pour le titrage volumétrique du cuivre. La nouvelle méthode de dosage que nous proposons est d'une grande sensibilité.

» III. Un sel de cuivre quelconque amené à l'état de solution concentrée et traité par l'acide bromhydrique, également concentré en excès, prend une teinte violette comparable à celle du permanganate et allant jusqu'à l'opacité complète.

» Une telle solution additionnée d'une liqueur titrée de protobromure ou même de protochlorure d'étain dissous dans l'acide bromhydrique fort pâlit à peine et à la fin se décolore brusquement par l'action d'une seule goutte de liqueur stanneuse.

» La réaction colorée est d'une sensibilité comparable à celle que donne le dosage du fer par le procédé permanganique, et dès lors le titrage du cuivre se fait rigoureusement. On peut représenter la réaction qui a lieu par une formule telle que :



» Le temps pendant lequel on verse la liqueur d'étain ne doit pas être trop long, car  $\text{Cu}^2\text{Br}^2$  en solution acide au contact de l'air régénère du sel cuprique coloré. C'est pour cela qu'on voit, après la décoloration complète, une légère teinte réapparaître et devenir de plus en plus intense. Malgré ces observations, ayant une influence plutôt théorique, nos dosages ont toujours été d'une exactitude suffisante pour que nous n'ayons pas eu à opérer dans une atmosphère d'acide carbonique.

» Le procédé que nous venons de décrire a l'inconvénient d'être relativement coûteux. Mais on peut, sans nuire d'une façon observable à l'exactitude des mesures, employer, comme liqueur titrée, une solution de protochlorure d'étain dans l'acide chlorhydrique concentré exempt de fer. L'acide chlorhydrique, dans ce cas, retient la plus grande partie de l'eau à l'état d'hydrate acide et permet, tout en épargnant l'acide bromhydrique, de maintenir la concentration nécessaire du milieu, le degré de déshydratation qu'exige la formation de l'indice coloré.

» En adoptant cette manière d'opérer, on fait, comme précédemment, couler la liqueur stanneuse dans le sel cuivrique évaporé et additionné de

quelques centimètres cubes d'acide bromhydrique concentré, jusqu'à ce qu'une goutte produise la décoloration complète. La prise d'essai cuivrique devra être exempte de corps réducteurs ou oxydants.

» Voici quelques résultats obtenus en liqueur chlorhydrique :

| SO <sup>4</sup> Cu 5 H <sup>2</sup> O pesé. | Trouvé. |        |
|---|---------|--------|
| 397 .....                                   | 395,6   | 99,64  |
| 499 .....                                   | 499,0   | 100,00 |
| 876 .....                                   | 877,0   | 100,10 |

» La solution stanneuse étant fort altérable à l'air, il convient de vérifier de temps à autre son titre avec une solution titrée de cuivre, et cela revient à faire une mesure en prenant chaque fois le cuivre lui-même comme unité de comparaison.

» Il n'est pas nécessaire, dans ces conditions, de donner à la liqueur d'étain une valeur particulière. A chaque série d'essais, la rapidité de ces mesures étant très grande, on fait un titrage sur la liqueur de comparaison à laquelle on rapporte ensuite tous les résultats. »

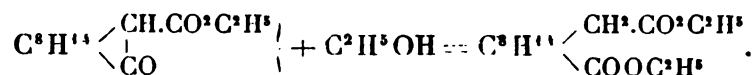
CHIMIE ORGANIQUE. -- *Préparation de l'acide hydroxycamphocarbone, en partant de l'acide camphocarbone.* Note de MM. A. HALLER et MINGUIN, présentée par M. Friedel.

« On chauffe en tubes scellés, entre 150° et 200°, 5<sup>gr</sup> d'éther camphocarbone avec 0<sup>gr</sup>,50 de sodium dissous dans 30<sup>cc</sup> d'alcool absolu. Au bout de vingt-quatre heures, on laisse refroidir. Le tube renferme du carbonate de soude cristallisé sur les parois, et le liquide a pris une teinte jaune. A l'ouverture, il se dégage de l'acide carbonique.

» Après avoir chassé l'alcool par distillation, on reprend par l'eau. Il se sépare une huile chargée de camphre, qu'on enlève au moyen de l'éther. La solution étherée, après avoir été desséchée sur du chlorure de calcium, est évaporée. Le résidu est enfin soumis à la distillation fractionnée, dans le vide. Il passe d'abord du camphre et de l'éther camphocarbone; puis, au-dessus de 200°, il distille une huile qu'une seconde rectification fournit à peu près incolore.

» Ce produit soumis à l'analyse répond à la formule C<sup>15</sup>H<sup>26</sup>O<sup>4</sup>. Il s'est formé en vertu de l'équation suivante, et n'est autre chose que de l'hydroxy-

camphocarbonate d'éthyle :



» Il est, en effet, identique avec l'éther obtenu (1) : 1° par étherification directe de l'acide hydroxycamphocarbonique; 2° en chauffant le mononitrile  $C^8H^{14} \begin{array}{l} \text{CH}^2CAz \\ | \\ \text{CO}^2C^2H^5 \end{array}$  avec de l'alcool chlorhydrique. Les constantes physiques observées avec les trois éthers font ressortir cette identité :

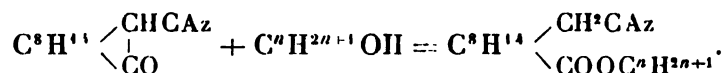
|  | Points d'ébullition.          | Pouvoir rotatoire moléculaire. |
|--|-------------------------------|--------------------------------|
| Éther dérivé de l'éther camphocarbonique .....   | 205-210 (H= 20) <sup>mm</sup> | $[\alpha]_D = + 49, 6$         |
| Éther obtenu par étherification directe de l'acide $C^{11}H^{18}O^4$ .....   | 220-230 (H= 150)              | $[\alpha]_D = + 50, 6$         |
| Éther préparé en étherifiant le mononitrile $C^8H^{14} \begin{array}{l} \text{CH}^2CAz \\   \\ \text{COOC}^2H^5 \end{array}$ ..... | 220 230 (H= 160)              | $[\alpha]_D = + 50,48$         |

» Saponifié avec un excès de potasse aqueuse, il fournit de l'acide hydroxycamphocarbonique dont le point de fusion 228°-230° (non corrigé) se confond avec celui du même acide obtenu dans d'autres conditions.

» Chauffé avec une molécule de potasse alcoolique, il donne naissance à un éther acide  $C^8H^{14} \begin{array}{l} \text{CH}^2.CO^2OH \\ | \\ \text{CO}^2C^2H^5 \end{array}$  qui se dépose de ses solutions étherées en cristaux fondant à 77°-78°, et dont le pouvoir rotatoire moléculaire  $[\alpha]_D = + 51^0, 1$ .

» Ces deux constantes physiques sont identiques à celles du même corps obtenu en saponifiant, dans des conditions semblables, l'hydroxycamphocarbonate neutre d'éthyle ou le mononitrile  $C^8H^{14} \begin{array}{l} \text{CH}^2CAz \\ | \\ \text{COOC}^2H^5 \end{array}$ .

» Dans une précédente Communication, l'un de nous a démontré que le camphre cyané, nitrile de l'acide camphocarbonique, se combine avec la plus grande facilité aux alcools quand on le chauffe à 100° avec les alcoolates de soude. Par suite de la rupture de la chaîne fermée, il se forme dans ces conditions des éthers d'un mononitrile de l'acide hydroxycamphocarbonique,



(1) *Comptes rendus*, t. CIX, p. 112.

» Les réactions que nous venons de signaler avec l'éther camphocarbonique sont analogues. Seulement, il est à remarquer que le caractère éminemment négatif du cyanogène rend la rupture du noyau  $C^3H^{11} \begin{cases} CHCAz \\ CO \end{cases}$  beaucoup plus facile que celui de  $C^3H^{11} \begin{cases} CHCO^2C^2H^5 \\ CO \end{cases}$  où le cyanogène est remplacé par  $-CO^2C^2H^5$ .

» Nous poursuivrons nos études sur l'action des alcoolates sur les corps à fonction cétonique et à fonction nitrile, et nous espérons, sous peu, être en mesure de donner des résultats relatifs à l'action de ces corps sur le camphre. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'organisation des Gastropodes prosobranches sénestres* (*Neptunea contraria* Linné). Note de MM. P. FISCHER et E.-L. BOUVIER, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« La plupart des Mollusques univalves, à coquille spirale, présentent un mode d'enroulement en vertu duquel les tours de spire s'accroissent de gauche à droite. Il en résulte que, lorsque l'animal est en marche et se dirige au-devant de l'observateur, le bord externe de l'ouverture de la coquille est placé à droite : de là l'expression de coquille *dextre* ou *normale*.

» Mais, dans quelques cas, l'enroulement se produit en sens contraire, et la coquille est dite alors *sénestre* ou *inverse*. Ce mode d'enroulement est plus fréquent qu'on ne le croyait autrefois ; il est général chez certains genres de Gastropodes pulmonés (*Physa*, *Clausilia*, *Helicter*, *Amphidromus*) ; mais il se présente assez rarement chez les Prosobranches (*Lanistes*, *Meladomus*, *Triforis*, *Læocochlis*, certains *Fusus*, *Neptunea* et *Fulgur*). On l'observe aussi parfois, comme cas tératologique, chez des espèces de Pulmonés (*Helix pomatia*, *H. aspersa*) ou de Prosobranches (*Buccinum undatum*).

» L'étude de quelques-uns des Gastropodes inverses (*Clausilia*, *Physa*) montra que les orifices pulmonaire, anal et génitaux, au lieu d'être placés au côté droit de l'animal, comme chez les Mollusques dextres, étaient reportés au côté gauche. En conséquence, les auteurs proclamèrent comme une loi générale, que tous les Mollusques à coquille dextre avaient leurs orifices à droite, et que les Mollusques à coquille sénestre avaient leurs orifices à gauche.



» Mais des découvertes récentes établirent qu'il n'en est pas toujours ainsi. Dall (<sup>1</sup>), en 1870, découvrit qu'un Pulmoné dextre, le *Pompholyx solida* Dall, avait ses orifices à gauche. et Dybowski (<sup>2</sup>), en 1875, trouva une structure semblable chez un autre Pulmoné dextre, le *Choanomphalus Maacki* Gerstfeldt.

» Toutefois, on n'avait pas signalé une disposition analogue chez les Pulmonés sénestres, et l'on ne savait absolument rien en ce qui concerne les Prosobranches sénestres. Ces derniers présentaient cependant un grand intérêt, en raison de la disposition du système nerveux dont l'anse viscérale est tordue en 8 de chiffre, comme si le mode d'enroulement du corps avait pour résultat d'amener une torsion de même sens dans cette commissure nerveuse.

» En 1887, l'un de nous (<sup>3</sup>) établit que, chez certains Prosobranches sénestres (*Lanistes*, *Meladomus*), tous les organes et tous les orifices occupent la même position que dans les formes dextres du même groupe zoologique (*Ampullaria*), et ce résultat imprévu permit de conclure que la torsion du système nerveux est indépendante de l'enroulement du corps.

» Il restait à étudier les autres Gastropodes sénestres, afin de déterminer la nature des variations de position des viscères par rapport à l'enroulement. C'est ce que nous avons entrepris dans tout l'ensemble du groupe, en commençant par un Prosobranche marin normalement sénestre, le *Nepitunea contraria* Linné, recueilli durant l'expédition scientifique du *Talisman*, sur la côte occidentale d'Afrique.

» Chez cette espèce, on observe une disposition absolument contraire à celle des *Lanistes* et des *Meladomus*; car tous les organes situés à droite dans les Prosobranches dextres ont été transportés à gauche, et réciproquement : ainsi le pénis, le canal déférent, la glande à mucus et l'orifice rénal quittent le côté droit et passent à gauche, tandis que la branchie, la fausse branchie, le siphon, le cœur, qui sont normalement placés à gauche chez les dextres, sont ici rejetés à droite.

» Des modifications correspondantes s'introduisent dans l'organisation de l'animal : les nerfs et les ganglions, situés à droite chez les Prosobran-

---

(<sup>1</sup>) *Annales of the Lyceum of Nat. Hist.*, t. IX, p. 335, Pl. II, fig. 1 et 7.

(<sup>2</sup>) *Mémoires de l'Académie impériale de Saint-Petersbourg*, 7<sup>e</sup> série, t. XXII, n<sup>o</sup> 8, p. 52, Pl. VII, fig. 2.

(<sup>3</sup>) *Système nerveux. Morph. générale et classif. des Gastropodes prosobran-*  
*ches*, p. 100.

ches dextres, occupent le côté gauche de notre *Neptunea* sénestre; et un déplacement inverse se produit dans les nerfs et les ganglions qu'on trouve d'ordinaire à gauche. La torsion du système nerveux est également inverse : la branche sus-intestinale de la commissure viscérale se dirige de gauche à droite par-dessus l'œsophage, tandis que la branche sous-intestinale passe au-dessous du même organe, en-se dirigeant de droite à gauche. Ajoutons que le nerf périal a son origine dans le ganglion pédieux gauche, et que le nerf acoustique du même côté a une longueur beaucoup plus grande que celui du côté opposé ; ces deux dispositions sont inverses de celles observées par nous dans une espèce dextre de la même famille, le *Sipho Jeffreysianus* Fischer.

» Il est à remarquer que toutes les relations organiques fondamentales, en dehors de celles signalées plus haut, restent exactement les mêmes chez notre Prosobranche sénestre que chez les Prosobranches dextres. Les deux ganglions viscéraux sont situés au fond de la chambre palléale, au-dessus de l'aorte et du tube digestif ; la branche sus-intestinale de la commissure viscérale reste au-dessus de ces deux organes, et la branche sous-intestinale au-dessous ; l'aorte passe au-dessus de l'œsophage, traverse les colliers nerveux, et, dans l'intérieur de ces derniers, se prolonge dans des artères pédieuse et proboscidiennne, tandis que des branches latérales traversent normalement les triangles latéraux.

» Nous n'avons jamais observé, dans les nombreux Prosobranches dextres que nous avons soumis à l'étude, une disposition semblable à celle signalée par Dall et Dybowski chez les Pulmonés ; par contre, nous avons disséqué plusieurs individus anormalement sénestres d'*Helix pomatia*, et nous avons toujours pu constater l'inversion de leurs organes et de leurs orifices. »

EMBRYOLOGIE. -- *Sur les cellules initiales de l'ovaire chez les Hydres d'eau douce.* Note de M. JOANNES CHATIN, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Plusieurs auteurs mentionnant l'apparition de *noyaux libres*, vers le début des phénomènes de différenciation qui se succèdent pour réaliser la formation de l'ovaire chez les Hydres d'eau douce, il m'a paru intéressant de reprendre l'examen de la question et de rechercher si les faits justifient une semblable interprétation.

» On sait que chez ces Polypes, les testicules et les ovaires, tout en semblant émaner du même tissu originel, offrent cependant plusieurs différences extérieures et faciles à apprécier. C'est dans la région supérieure du corps, au-dessous de la couronne tentaculaire, que se localisent les testicules; les ovaires se trouvent, au contraire, disposés sur la région moyenne ou inférieure. Dans les deux cas, la forme de l'organe est également très dissemblable : trigone ou aplatie pour le testicule, elle est sphéroïdale pour l'ovaire. Enfin les testicules se montrent toujours plus nombreux que les ovaires.

» Ces différences paraissent se refléter dans les premiers phénomènes histogénétiques qui se manifestent lors de la constitution des organes sexuels. Tandis que les éléments primordiaux du testicule sont représentés par de petites cellules irrégulières, souvent amiboïdes, à noyau normal, on constate une formation très différente sur le point où s'ébauche le futur ovaire. Le tissu interstitiel y devient le siège d'une prolifération rapide qui se traduit par l'apparition d'éléments assez spéciaux. Au premier abord, chacun d'eux semble se résumer en un énorme noyau clair, granuleux, parfois vacuolaire. On croirait avoir sous les yeux un noyau isolé, et ainsi s'explique l'erreur commise par plusieurs naturalistes qui se sont bornés à cet examen trop succinct. Mais si l'on multiplie les observations en s'aidant d'une technique convenable, on reconnaît autour de chaque noyau une mince couche de protoplasma formant le corps même de l'élément qui s'affirme donc comme une véritable cellule.

» Le choix des réactifs n'est pas indifférent : je n'ai obtenu que des préparations très médiocres et peu démonstratives avec l'hématoxyline et la safranine, cependant préconisées par divers histologistes pour l'étude des jeunes tissus chez les Hydres. La meilleure méthode consiste à employer la solution de Dahlia, puis l'acide acétique faible. On arrive de la sorte à délimiter sûrement les noyaux et à les distinguer de la zone protoplasmique qui les entoure.

» Étendues à l'*Hydra viridis*, à l'*Hydra fusca* et à l'*Hydra grisea*, ces recherches ont constamment donné des résultats identiques.

» Il est nécessaire de les poursuivre d'autant plus attentivement, que le stade durant lequel se montrent les prétendus noyaux libres est toujours de courte durée. Le tissu ovarien acquiert rapidement ses caractères propres, et l'histoire de son évolution ultérieure ne saurait trouver place ici. Je désire simplement insister sur la nature franchement cellulaire de ses éléments initiaux.

» Leur étude ne permet pas seulement de rectifier une grave erreur; elle

montre, une fois de plus, avec quelle fréquence l'Histologie zoologique multiplie les exemples de cellules à protoplasma somatique très réduit, presque méconnaissable, et à noyau volumineux. Naguère encore, sous l'influence des idées qu'avait fait naître la conception du myélocyte, on croyait pouvoir les décrire comme de simples noyaux; nous devons aujourd'hui leur rendre leur véritable signification et leur réelle valeur. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur une nouvelle ptomaine de putréfaction, obtenue par la culture du Bacterium allii*; par M. A.-B. GRIFFITHS.

« Durant l'année 1887, j'ai découvert un nouveau microbe sur des oignons pourris, qu'on avait laissés dans un endroit chaud, humide et obscur. Depuis cette époque, j'ai trouvé que ce microbe produit un alcaloïde avec les substances albumineuses. Avant de décrire les propriétés, etc., de ce nouvel alcaloïde, je présenterai quelques remarques sur la vie de ce microbe.

» Les dimensions de ce microbe sont environ de  $5^{\text{mm}}$  à  $7^{\text{mm}}$  de longueur et de  $2^{\text{mm}},5$  de largeur. Ce microbe est une des causes de la putréfaction des oignons et plantes similaires.

» C'est un microbe chromogène; car il produit un pigment vert à la surface des oignons pourris, aussi bien qu'à la surface des milieux solides de culture (c'est-à-dire de la gélatine). Ce pigment vert est soluble dans l'alcool, et cette solution alcoolique donne un spectre d'absorption, consistant en une bande qui s'étend de l'extrême violet à la partie bleue du spectre (presque à la ligne F du spectre solaire). Il y a aussi une bande d'absorption dans la partie verte et une dans la partie jaune du spectre. La fin de la bande dans le jaune est exactement dans la même position que la ligne D dans le spectre solaire.

» Le microbe en question est entièrement distinct du *bacillus* (donnant une fluorescence verte) que Heraeus a obtenu de la terre (*Zeitschrift für Hygiene*, 1886). Le bacille de Heraeus convertit l'urée en ammoniaque, tandis que le présent microbe n'a pas cette propriété; mais il décompose les albuminoïdes (végétales et animales) avec formation d'une ptomaine parmi d'autres produits.

» Ce microbe appartient aux Bactériacées: je l'ai nommé *Bacterium allii*, parce que je l'ai d'abord découvert sur l'*Allium cepa* (oignon) (1).

---

(1) Dr A.-B. GRIFFITHS, *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*, vol. XV, p. 40.

» Quand on a laissé croître, pendant plusieurs jours, des cultures pures de *Bacterium allii* dans de l'agar-agar peptonisé précédemment stérilisé (gélatine), une ptomaine se produit. Cette ptomaine a été extraite, par les procédés de M. le D<sup>r</sup> A. Gautier et de M. Brieger, d'un nombre considérable de tubes de culture.

» C'est un corps solide, blanc, soluble dans l'eau chaude, l'alcool, l'éther et le chloroforme. Il cristallise dans l'eau en aiguilles microscopiques, appartenant au système prismatique. Ces cristaux sont extrêmement délicuescents et ont l'odeur de l'aubépine, surtout quand ils sont chauffés.

» Cette base est précipitée par le phosphomolybdate de soude, sous forme de précipité blanc. Une solution d'iode dans l'iodure de potassium produit un précipité marron. Le réactif de Nessler donne un précipité jaune marron. L'acide tannique produit un précipité marron; l'acide picrique, un précipité jaune, et le picrate ainsi formé est légèrement soluble. Le chlorure d'or donne un précipité jaune épais, soluble dans l'eau; l'acide sulfurique (légèrement étendu) produit une couleur rouge violet avec la nouvelle base. Cette base forme aussi un chloroplatinate cristallisable, bien défini, qui donne à l'analyse les résultats suivants :

|                | Trouvé. |       |       | Calculé<br>pour<br>(C <sup>10</sup> H <sup>17</sup> Az, HCl) <sup>2</sup> PtCl <sup>4</sup> . |
|----------------|---------|-------|-------|---|
|                | I.      | II.   | III.  |   |
| Carbone.....   | 33,72   | 33,77 | 33,80 | 33,75   |
| Hydrogène..... | 5,10    | 5,08  | 5,18  | 5,06  |
| Azote.....     | 4,12    | 3,99  | »     | 3,93  |
| Platine.....   | 27,21   | »     | 27,25 | 27,28   |
| Chlore.....    | »       | »     | 29,99 | 29,95   |

» Le chloroplatinate de cette base peut être représenté par la formule (C<sup>10</sup>H<sup>17</sup>Az, HCl)<sup>2</sup>PtCl<sup>4</sup>. C'est un composé cristallin, de couleur jaune, peu soluble dans l'eau froide, mais soluble dans l'eau chaude et insoluble dans l'alcool.

» Les analyses de la base elle-même ont donné les résultats suivants :

|                | Trouvé. |       |       | Calculé<br>pour<br>C <sup>10</sup> H <sup>17</sup> Az. |
|----------------|---------|-------|-------|--|
|                | I.      | II.   | III.  |  |
| Carbone.....   | 79,47   | 79,50 | 79,48 | 79,48  |
| Hydrogène..... | 11,26   | »     | 11,24 | 11,25  |
| Azote.....     | 9,27    | »     | »     | 9,20   |

» Ces résultats correspondent à la formule  $C^{10}H^{17}Az$ , pour la nouvelle ptomaïne.

» On n'est pas encore certain si ce nouveau composé doit être rattaché à la pyridine ou aux séries de bases organiques  $C^nH^{2n-5}Az$ . Plus vraisemblablement, cette base est une hydrocoridine. Si l'on compare l'hydrocollidine de M. Gautier avec la collidine, et la nouvelle base ( $C^{10}H^{17}Az$ ) avec la coridine, on trouve entre elles une analogie remarquable.

» Ainsi :

| <i>Série de la pyridine.</i>            |  | <i>Série de l'hydropyridine.</i>             |
|---|--|--|
| Collidine . . . . . ( $C^8H^{11}Az$ )   |  | Hydrocollidine . . . . . ( $C^8H^{13}Az$ )   |
| Parvoline . . . . . ( $C^7H^{12}Az$ )   |  | Hydroparvoline . . . . . ( inconnu )         |
| Coridine . . . . . ( $C^{10}H^{15}Az$ ) |  | Hydrocoridine . . . . . ( $C^{10}H^{17}Az$ ) |

» Quant à l'origine de cet alcaloïde, on ne peut douter que ce ne soit un produit de la décomposition chimique de molécules albuminoïdes dérivées de l'agar-agar (gélatine) peptonisé, durant la vie du microbe en question. L'alcaloïde n'existait pas dans l'agar-agar (gélatine) avant la culture du *Bacterium allii* dans ce milieu; il n'a pas été formé non plus par l'action des réactifs employés dans les procédés d'extraction. Cet alcaloïde est incontestablement le produit de la décomposition de l'albumine par le *Bacterium allii*.

» J'ai établi (*Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*, vol. XV, p. 40) que ce microbe, lorsqu'il croît dans l'agar-agar peptonisé, etc., produit de petites quantités de gaz  $H^2S$ . Ce gaz  $H^2S$  prouve, de plus, que ce microbe produit certains changements dans les molécules albuminoïdes, l'albumine ( $C^{72}H^{112}Az^{18}O^{22}S$ ) fournissant le soufre nécessaire à la formation de ce gaz.

» De ce qui précède, il faut évidemment conclure à l'existence d'un microbe de putréfaction, produisant un alcaloïde dans le milieu où il vit. Ainsi se trouvent étendues et confirmées les excellentes recherches de M. Gautier sur les alcaloïdes animaux, qui ont ouvert un nouveau champ d'investigation à la Chimie physiologique. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. -- *Sur les fonctions chromogènes du bacille pyocyanique.* Note de M. C. GESSARD, présentée par M. Duclaux.

« Le développement de certaines espèces microbiennes s'accompagne de l'apparition d'une couleur dans leur milieu de culture.

» Chacune de ces espèces a paru aux premiers observateurs produire une couleur propre, de nature invariable et constamment liée à son activité vitale. Pour ces raisons, autant que pour sa facile constatation, ce caractère devait entrer dans la diagnose de l'espèce. Ainsi, le bacille pyocyanique tirait son nom de la pyocyanine, la matière bleue cristallisable qu'il produit et qu'on sut reconnaître et isoler dans les pansements bleus, bien avant qu'on la rapportât à sa véritable cause. On a constaté ensuite que la fonction chromogène, entachée de contingence, comme tous les attributs des microbes, pouvait être abolie indépendamment de la vitalité de l'organisme qui la possède; mais c'était en recourant à des agents, le plus communément des antiseptiques, dont l'influence prolongée, ou portée au delà d'une certaine dose, rend impossible le développement du microbe même.

» Cependant le développement du bacille pyocyanique dans le milieu nutritif employé d'ordinaire, le bouillon de bœuf ou de veau, n'offre pas le bleu pur d'une solution de pyocyanine, mais un bleu vert avec un certain degré de fluorescence. L'agitation de cette culture avec le chloroforme donne la pyocyanine en solution d'un beau bleu dans le chloroforme et laisse un vert fluorescent dans la couche aqueuse surnageante. On devait attribuer cet aspect à un autre pigment. J'ai vérifié l'existence propre de ce pigment en faisant vivre le microbe dans l'albumine extraite de l'œuf. Le microbe y développe, à l'exclusion de la pyocyanine, une belle fluorescence verte qui passe au brun feuille morte avec le temps. Il n'a pas perdu par des ensemencements en série la faculté de produire de la pyocyanine par retour dans le milieu approprié. Inversement, l'albumine que j'avais peptonisée, ou la peptone du commerce dissoute dans 50 parties d'eau, a permis la production de la pyocyanine sans mélange de fluorescence verte dans une longue série de cultures. On peut rendre compte, dès lors, de la coexistence des deux pigments dans le bouillon par la composition chimique de ce milieu nutritif, où entre, à côté de peptones, de la matière albuminoïde qui n'a pas atteint ce terme de transformation.

» Cette fluorescence du bacille pyocyanique a la propriété d'être abolie par les acides, de reparaitre ou d'être accrue par les alcalis, comme celle de l'esculine, de la fluorescéine. Deux autres espèces, au moins, adoptées par la nomenclature microbienne sous les noms de *Bacillus fluorescens liquefaciens*, *Bacillus fluorescens putidus*, peuvent produire un pigment d'aspect et de réactions analogues. J'ai constaté, pour ces deux espèces aussi, la dépendance de cette fonction vis-à-vis du milieu nutritif : elle se montre dans les milieux albumineux, dans le bouillon, et disparaît dans

la solution de peptone. Il semble qu'un plus grand nombre d'espèces encore possède cette même fonction liée aux mêmes milieux, ce qui caractériserait désormais toute valeur spécifique à ce caractère.

» Pour la production de la pyocyanine, la gélatine, que les réactions chimiques rapprochent des peptones, donne, en solution au dixième, les mêmes résultats que ces dernières. Mais la pyocyanine n'est pas encore sans mélange, dans l'un ni l'autre de ces milieux. Le bleu des cultures a une teinte verte et le traitement au chloroforme laisse dans le liquide une coloration verdâtre, jaune verdâtre, qui devient rouge, rouge brun par oxydation. C'est un nouveau pigment qu'on peut faire produire à l'état isolé par le microbe, en additionnant la solution de gélatine de 1 pour 100 de glucose.

» Ainsi, la fonction chromogène du bacille pyocyanique varie avec le milieu. Une légère modification dans la constitution chimique de l'aliment, comme celle qui résulte de la peptonisation, se traduit par des changements importants dans la couleur. D'un autre côté, dans un même milieu, nous venons de voir des espèces très différentes donner naissance à des teintes que rien encore ne permet de distinguer.

» Aujourd'hui que la Science nous montre les produits de sécrétion du microbe jouant un rôle dans les questions de virulence, de vaccination et d'immunité, il peut ne pas être sans intérêt de voir d'autres sécrétions du microbe, ses matières colorantes, varier si notablement sous l'influence des plus légères différences dans la nature du milieu de culture, et de les voir aussi se retrouver identiques pour des microbes divers dans un même milieu. Si l'on fait, comme on en a théoriquement le droit, de la présence de telle ou telle matière colorante une réaction symptomatique du microbe qui la produit, les faits précédents peuvent se résumer sous la forme suivante : variabilité des symptômes pour un même microbe, identité des symptômes pour des microbes divers. »

MINÉRALOGIE. — *Radiolaires fossiles contenues dans les cristaux d'albite.*  
Note de M. A. ISSEL, présentée par M. Daubrée.

« On trouve, dans plusieurs localités des environs de Rovigno, sur la Trebbia (province de Pavie), et notamment près de l'ancienne mine de

---

(<sup>1</sup>) Exemples : *Bac. viridis pallescens*, *B. fluorescens*, *B. iris*, *B. erythrosporus* A. Frick, *B. cyanogenus* H. Scholl.



cuivre de monte Linaiolo, un calcaire porphyrique (un *calciphyre*, d'après Brongniart) en couches minces, intercalées entre les assises d'un schiste siliceux dur et noirâtre. Ce calcaire appartient à une série de couches très contournées et un peu métamorphosées, recouvertes, à Rovigno ainsi que dans bien d'autres points, par la formation serpentineuse éocène, ici assez bien développée et représentée par des serpentines, des euphotides (*gab-bros* des auteurs allemands), des diabases plus ou moins altérés, métallifères, des phtanites qui passent aux jaspes (1), des brèches ou conglomérats ophiolithiques (2).

» Le calcaire n'est pas bien différent, au premier aspect, de ceux que l'on rencontre souvent associés aux roches serpentineuses éocènes de la Ligurie orientale; il est dur, fragile, à cassure esquilleuse et de couleur cendrée ou d'un gris bleuâtre. Il se distingue cependant de la variété commune, parce qu'il est rempli de cristaux de plagioclase et principalement d'albite. Ceux-ci présentent, sur les surfaces ayant subi pendant longtemps l'action des agents extérieurs, comme des saillies anguleuses, qui les rendent rudes au toucher, ou bien comme des taches noirâtres, en forme de rectangles allongés et de parallélogrammes, distribuées sans ordre.

» Sur les cassures fraîches, ces cristaux s'aperçoivent moins facilement sous forme d'inclusions, ayant un éclat vitreux. Dans la variété la plus commune, ils atteignent, en général, 0<sup>m</sup>,01 à 0<sup>m</sup>,02 de longueur; mais on en voit de bien plus grands, ainsi que de beaucoup plus petits; certains blocs ne contiennent que des cristaux à peine visibles à l'œil nu ou même microscopiques. Les couches de calcaire sont beaucoup plus riches d'albite à proximité de leur surface que dans la partie moyenne. Je ferai remarquer enfin que la roche présente des traces évidentes de corrosion, comme si elle avait subi l'action dissolvante d'une eau acidulée; ce caractère est d'ailleurs très fréquent dans les calcaires qui se trouvent en rapport avec les serpentines éocènes (3).

» Lorsqu'on examine au microscope le calcaire porphyrique à petits

---

(1) Les phtanites contiennent de petits amas de pyrolusite; les diabases renferment des veines ou des amas de chalcoppyrite, de pyrite et de cuivre panaché.

(2) Dans les brèches, on observe souvent des blocs de granite à plagioclase et chlorite.

(3) Il arrive assez souvent que la couche a été réduite en chapelet par la corrosion, ou même tout à fait détruite; dans ce cas, elle est remplacée d'habitude par une argile ferrugineuse ou manganésifère, dont les caractères physiques et chimiques sont tout à fait particuliers.

cristaux, on voit ressortir sur le fond, imparfaitement diaphane et à texture microcristalline de la roche, de nombreuses sections très transparentes et très nettes d'un plagioclase simplement ou doublement maclé, dont les caractères cristallographiques et optiques correspondent presque toujours à ceux de l'albite. Les cristaux sont des prismes qui présentent constamment les faces 010, 001, 110, 110, et quelquefois 101. Parallelement aux faces les plus développées, 010, on observe le plan de suture de la macle la plus fréquente. On peut également remarquer, dans les plaques minces, des grains opaques, que je crois devoir rapporter à la magnétite et quelquefois à la pyrite.

» Par l'acide chlorhydrique on peut facilement isoler, sous forme de tablettes très minces, les cristaux microscopiques d'albite.

» Dans plusieurs échantillons de la roche, j'ai observé avec surprise de nombreux fossiles, parfois admirablement conservés; ce sont des Radiolaires bien visibles, malgré la finesse de leur texture, dont les sections noires et opaques contrastent avec le fond clair et grenu des plaques minces. D'après les reflets de vieil or, que prennent plusieurs de ces fossiles sous certaines incidences de lumière, je suppose que de la pyrite s'est appliquée sur la silice dont ils sont originairement formés.

» Dans deux plaques minces, tirées d'un échantillon de calcaire porphyrique recueilli près du hameau de Zerbo, j'ai reconnu au moins une dizaine d'espèces différentes de Radiolaires, appartenant aux genres : *Thecosphæra*, *Heliosphæra*, *Caryosphæra*, *Dictyomitra*, *Polystichia*, *Stichocapsa*, *Euchitonia*, etc. Ces espèces se rapprochent de certaines formes décrites par M. Pantanelli<sup>(1)</sup> et provenant des jaspes éocènes de la Toscane, et de celles illustrées par M. Rüst<sup>(2)</sup>, des coprolites crétacés de Zilli; mais elles sont presque toutes nouvelles.

» Ce qu'il y a de plus remarquable dans ces plaques minces, riches en fossiles, c'est que *plusieurs de ceux-ci sont enchâssés dans l'intérieur des cristaux d'albite.*

» Au beau milieu d'un prisme maclé de ce minéral, on voit, par exemple, un cercle noir brisé, interrompu et bordé à l'intérieur par quelques mailles polyédriques (*fig. 1*); c'est évidemment une section de radiolaire, peut-être de *Heliosphæra*. Une autre section, beaucoup moins imparfaite, du

---

(<sup>1</sup>) *I diaspri della Toscana e i loro fossili.* Roma, 1880.

(<sup>2</sup>) *Beitrag zur Kenntniss der Fossilen Radiolarien aus Gesteinen der Kreide,* Stuttgart, 1888.

même genre, est incrustée à l'extrémité d'un second prisme (*fig. 2*) ; le fossile est fort bien distinct des deux côtés de la plaque. Si l'on examine les deux cristaux à la lumière polarisée, il est facile de s'assurer qu'ils se colorent différemment dans le voisinage et à l'intérieur des fossiles : la

Fig. 1.

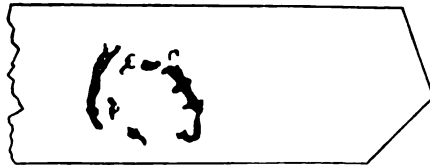


Fig. 2.



structure cristalline du minéral est évidemment affectée par la présence du corps étranger qu'il contient.

» Dans la seconde préparation, on voit deux Radiolaires très bien conservés : un *Caryosphaera* voisin du *C. bella* de Rüst (*fig. 3*) et une forme (*fig. 4*), que je rapporte avec doute au genre *Polystichia* <sup>(1)</sup>, logés au bout de deux longs prismes d'albite. Le cristal s'est moulé évidemment

Fig. 3.

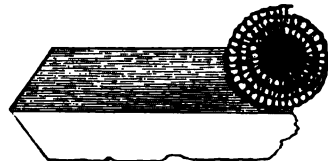
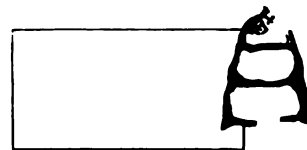


Fig. 4.



sur le fossile, ayant rencontré dans celui-ci un obstacle à son développement. Les *fig. 1, 2 et 4* représentent les cristaux d'albite avec le grossissement de 150 diamètres environ, vus à la lumière polarisée, ce qui permet d'observer la macle caractéristique du minéral <sup>(2)</sup>. Les n<sup>os</sup> 1 et 2 sont tirés de microphotographies que je dois à l'obligeance de M. le marquis S. Capranica.

» On peut conclure de tout ce qui précède :

» 1<sup>o</sup> Qu'une roche sédimentaire contenant des fossiles a pu devenir

(1) Ce fossile me semblait au premier abord un Foraminifère; mais, l'ayant examiné avec un grossissement plus fort, j'ai aperçu au sommet de la section les restes d'un réseau, dont les caractères coïncident avec ceux du squelette de plusieurs types de *Polystichines*.

(2) L'irrégularité que l'on remarque dans le *Caryosphaera* de la *fig. 4* n'est pas due à l'imperfection de la gravure, mais à la condition même du fossile.

éminemment cristalline et riche en plagioclases cristallisés, sans que la stratification ait été sensiblement dérangée :

- 2° Que ce changement a pu se produire dans une formation tertiaire ;
- 3° Que la distribution des cristaux d'albite dans la roche et la corrosion dont elle porte les traces semblent indiquer que le phénomène est dû à une action hydrothermale.

GÉOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — Contribution à l'histoire du fer chromé.  
 Note de M. STANISLAS MEUNIER. (Extrait.)

« *Nouvel alliage de fer et de chrome.* — Si, dans un tube de porcelaine chauffé au rouge, on soumet à l'hydrogène pur et sec un mélange convenable (1) de protochlorure de fer et de sesquichlorure de chrome, on obtient, outre quelques produits accessoires, une matière métallique dont l'aspect est fort remarquable. Elle est d'un blanc d'argent très brillant, nettement magnétique, et résiste d'une manière extraordinaire aux acides, qui la débarrassent seulement des impuretés : non seulement elle est inaltérée à l'ébullition, par l'acide chlorhydrique et par l'acide azotique, dilués ou concentrés, mais l'eau régale n'a sur elle qu'une action très faible.

« L'analyse montre dans cet alliage :

|              |       | Calculé pour Fe <sup>2</sup> Cr |
|--------------|-------|---------------------------------|
| Fer .....    | 35,01 | 40                              |
| Chrome ..... | 64,80 | 60                              |
|              | 99,81 | 100                             |

« Produit dans une nacelle de porcelaine, l'alliage dont il s'agit, et qui est mêlé souvent d'oxyde vert de chrome et d'une fine poussière de fer métallique, se présente en masses tuberculeuses très irrégulières, éminemment cristallines. Une partie de la paroi interne du tube est tapissée d'une feuille continue de la même matière, prenant, dans les régions où elle est le plus mince, la forme en dentelle d'une dendrite métallique.

---

(1) Dans mes premiers essais, le mélange était de 72 parties de sesquichlorure de chrome pour 28 de protochlorure de fer; mais j'ai reconnu que ce dernier doit être en très notable excès et l'on peut employer des poids égaux des deux chlorures. Il faut en effet contre-balancer la perte que provoque sa volatilisation relativement très facile et, d'un autre côté, la vapeur de fer métallique constitue une atmosphère réductrice éminemment favorable au succès de l'expérience.

» On n'éprouve naturellement aucune difficulté pour déterminer la concrétion de l'alliage entre des grains pierreux et dans leurs fissures; le métal prend alors une allure analogue à celle des fers nickelés des météorites pierreuses. Dans des conditions convenables, il constitue en même temps, au contact des fragments lithoïdes, une sorte de rosée dont chaque gouttelette est un petit octaèdre qui, dans une coupe mince de l'ensemble pourrait sembler au microscope devoir être antérieur à la roche environnante.

» *Synthèse du fer chromé par oxydation de l'alliage précédent.* — Une fois qu'on a produit l'alliage de fer et de chrome, il suffit de le soumettre, dans un tube de porcelaine chauffé au rouge, à l'action de la vapeur d'eau pour l'oxyder d'une manière complète. Le produit est tout à fait noir, mais laisse sur le biscuit une trace brunâtre. On y voit nettement la présence d'un peu de fer oxydulé attirable et soluble dans l'acide chlorhydrique bouillant. Après ce traitement, il consiste en fer chromé pur, ne montrant que de rares vestiges de formes cristallines, mais ayant toutes les propriétés du minéral naturel, jouissant d'une densité de 4,48 et donnant à l'analyse, après l'attaque par le mélange de carbonate et d'azotate de potasse :

|                             |        |
|-----------------------------|--------|
| Protoxyde de fer.....       | 32,41  |
| Sesquioxyde de chrome ..... | 63,06  |
|                             | <hr/>  |
|                             | 100,47 |

» En oxydant les échantillons précédemment décrits de grains de péridot cimentés par l'alliage, on constitue la chromite en association avec les minéraux qu'elle accompagne dans les dunites et ailleurs.

» *Observation théorique.* — Sans doute, c'est la première fois que la synthèse artificielle du fer chromé est obtenue par un semblable procédé; mais je suis convaincu que la nature n'a pas opéré autrement pour produire les grains et les amas de chromite contenus dans les roches serpentineuses. Voici, selon moi, la série des phases traversées successivement par ces roches :

» A l'origine, des vapeurs, dont la constitution m'a naguère occupé, ont donné naissance, par leur réaction mutuelle, à une sorte de givre formé de cristaux plus ou moins confus, de minéraux pyroxéniques et péridotiques. Ces grains, dans un deuxième temps, ont été reliés ensemble par des concrétions de substances variées, au premier rang desquelles figurent le fer natif, des alliages de fer et de nickel, et des alliages de fer et de chrome.

» Poussées ensuite, par l'effort de réactions mécaniques, vers la surface aquifère du globe, les roches dont il s'agit, sauf de très rares exceptions, ont subi d'abord une combustion de tous leurs éléments métalliques : le fer natif est devenu du fer oxydulé; les alliages de fer nickel se sont scindés en fer oxydulé et en oxyde de nickel soluble. Inceperunt plus tard à des hydrosilicates, comme en Nouvelle-Calédonie : les alliages de fer et de chrome, de leur côté, ont donné le fer chromé, conformément aux expériences précédentes.

» Plus tard, enfin, le pyroxène et le péridot, cédant à l'énergie chimique des eaux d'infiltration, se sont transformés plus ou moins complètement en serpentine. »

M. **LÉOPOLD HUGO** adresse une Note « Sur une propriété arithmétique de l'ancien carré magique chinois ».

M. **DACBRIÈRE** présente, au nom de l'auteur, un travail du prince *Don Pedro Augusto de Saxe-Cobourg*, imprimé en langue allemande : *Contribution à la Minéralogie et à la Géologie du Brésil*. On y trouve les caractères, très bien décrits, de plusieurs espèces minérales observées au Brésil dans des gisements remarquables ou nouveaux : pyrrhotine de Morro-Velho (\*); zircon de Minas Geraes; apatite, halloysite et bamlite des environs de Rio de Janeiro; fibrolite de Diamantina; enfin une Notice pétrographique sur les roches de Pétropolis.

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

### COMITÉ SECRET.

La Section de Chimie, par l'organe de son doyen, M. *Fremy*, présente la liste suivante de candidats pour la chaire de Chimie appliquée aux corps organiques, actuellement vacante au Muséum d'Histoire naturelle :

Ex æquo et par ordre alphabétique. . . ( M. **ARNOULT**.  
| M. **MAQUENSE**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

---

(\*) *Comptes rendus*, t. CV, p. 264; 1887.

L'élection des candidats qui devront être présentés par l'Académie à M. le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures trois quarts.

J. B.

---

**SCIENTIS BOURBONNAIQUES.**

---

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 21 FÉVRIER 1890.

*Cours d'Algèbre supérieure*: par CHARLES DE COMBESQUISS. Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1887-1890; 2 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Bertrand.)

*C.-W. Borchardt et son œuvre*: par M. M. v' OCKERT. Bruxelles, Polleunis, Ceuterick et de Smet, 1890; br. in-8°.

*Description des fossiles du cap de la Bève*: par G. LEXIER. Première Partie. Étage kimmérien. Fasc. 1 à 3. Havre, E. Fustin, 1888-1889; 3 br. in-8°. (Présenté par M. Daubrèe.)

*Observations pluviométriques et thermométriques faites dans le département de la Gironde de juin 1887 à mai 1888 et de juin 1888 à mai 1889. Notes de M. RAYET. Bordeaux, G. Gounouilhou, 1888-1889; 2 br. gr. in-8°.*

*Du transformisme et de la génération spontanée. Étude scientifique et philosophique*; par CH.-A. ROHAUT. Paris, J.-B. Baillière et Fils, 1890; 1 vol. in-16.

*Revue générale des Sciences pures et appliquées*. Directeur : LOUIS OLIVIER. n° 1 à 3. Paris, Octave Doin, 1890; 3 br. in-4°.

*Revue scientifique du Bourbonnais et du centre de la France*, publiée sous la direction de M. ERNEST OLIVIER. Deuxième année, 1889; Moulins, Étienne Auclair, 1889; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Gaudry.)

*Mémoires de la Société d'émulation d'Abbeville*. 4<sup>e</sup> série, tome I, 1<sup>re</sup> Partie. Abbeville, C. Paillart, 1889; 1 vol. gr. in-8°.

*Bulletin de la Société d'émulation d'Abbeville*. Années 1888-1889. Abbeville, C. Paillart; 7 br. in-8°.

*Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux.*

3<sup>e</sup> série, tomes IV et V. Paris, Gauthier-Villars et Fils. Bordeaux, Feret, 1888-1889; 2 vol. gr. in-8°.

*Beiträge zur Mineralogie und Petrographie Brasiliens; von DOM PEDRO AUGUSTO VON SACHSEN-COBURG.* Wien, Alfred Hölder; br. gr. in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

*Bulletin from the laboratories of natural History of the State University of Iowa.* November 1889; br. gr. in-8°.

*The Saint Louis medical and surgical Journal.* Vol. LVII, n° 6; Vol. LVIII n° 1 et 2; 3 br. gr. in-8°.

*The English sparrow (Passer domesticus) in North America, especially in its relations to agriculture; by WALTER B. BARROWS.* Washington, Government printing Office, 1889; 1 vol. gr. in-8°.

*The Journal of the Franklin Institute.* Vol. CXXXIX, n° 770. Philadelphia, 1890; br. gr. in-8°.

*Transactions of the Wagner Free Institute of Science of Philadelphia.* December 1889; br. in-4°.

*Transactions of the astronomical observatory of Yale University.* Vol. I, Part II. New Haven, published by the Observatory, 1889; br. gr. in-4°.

*La munda de los romanos, nuevos estudios por el marques DE SALVA-TIERRA.* Ronda, 1889; 1 vol. in-8°.





# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

### DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 MARS 1890,

PRÉSIDENTE DE M. HERMITE

#### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur l'absorption de l'ammoniaque de l'atmosphère par la terre végétale; par M. TH. SCHLÖESING.*

« Dans une Note présentée à l'Académie en 1876, j'ai rapporté quelques expériences sur les échanges d'ammoniaque entre l'atmosphère et la terre végétale, et j'en ai conclu que, dans les conditions naturelles, c'est la terre qui gagne à ces échanges et acquiert de la sorte des quantités d'ammoniaque qui ne sont pas sans importance.

» Cette conclusion a été contestée dans ces derniers temps. Non seulement on a élevé des doutes sur l'origine de l'ammoniaque ou de l'acide nitrique provenant de la nitrification de cet alcali, acquis par les terres que j'avais exposées au contact de l'air : on a aussi affirmé, avec une

grande insistance, que la propriété d'absorber l'ammoniaque de l'air, admissible dans les terres acides, ne peut exister dans les terres calcaires.

» C'est pourquoi j'ai repris ce sujet d'études, dans le but de fixer les idées sur un point de la Science qu'il est important d'éclairer.

» Exposer au contact de l'air des terres sèches ou humides, dans lesquelles on aura dosé l'azote sous ses différents états; refaire ces dosages après l'exposition à l'air et comparer leurs résultats à ceux obtenus d'abord : tel est le plan très simple des expériences à exécuter.

» Lorsque des échantillons de terre doivent séjourner longtemps au contact de l'air libre, il est indispensable, pour les préserver de tout apport de matière azotée autre que celles qui existent dans l'atmosphère, de les défendre contre les atteintes des oiseaux, des mouches, moucherons et autres insectes, atteintes qu'on ne peut éviter sans l'emploi de tissus à mailles serrées. Mais le moindre voile, fût-ce du tulle, étendu au-dessus d'une substance capable, comme par exemple un acide, d'absorber l'ammoniaque aérienne, suffit pour annuler presque l'absorption de l'alcali : de là l'obligation de forcer l'air à se filtrer à travers le tissu protecteur. Voici les dispositions que j'ai adoptées.

» Les vases contenant les terres sont placés à la file dans un canal en planches horizontal, de 2<sup>m</sup>, 50 de long, à section rectangulaire de 0<sup>m</sup>, 30 de haut sur 0<sup>m</sup>, 20 de large. Ce canal s'ouvre par un bout dans une cheminée d'appel dont le tirage est assuré par des brûleurs à gaz; l'autre bout est fermé par une plaque de tôle serrée avec des boulons; il se trouve sous une fenêtre dont on a supprimé deux carreaux de vitre. Sur les bords de l'ouverture ainsi pratiquée sont fixés : au dehors, une caisse semblable à un garde-manger, dont les parois sont en fine toile métallique; en dedans, une sorte d'entonnoir en zinc, qui relie la caisse au canal. La cheminée aboutit dans un vaste grenier et se trouve ainsi préservée des coups de vent qui pourraient, par moments, renverser son tirage si elle s'élevait au-dessus d'un toit. Les vases reposent sur une planche mobile glissant sur le fond du canal. Il suffit d'enlever la plaque de tôle et de manœuvrer la planche pour sortir les vases ou les remettre en place.

» Toutes les conditions qui influent sur l'absorption de l'ammoniaque : tension de l'alcali dans l'air, température, nature des terres, état de leurs surfaces, etc., peuvent être reproduites dans le canal telles qu'elles seraient dans des expériences en plein air, sauf une seule, d'importance majeure, le renouvellement de l'air au contact des terres. Beaucoup moins

capricieuse dans le canal qu'au dehors, la vitesse de l'air y varie cependant selon l'intensité et la direction du vent, selon que les toiles, qu'il faut brosser de temps à autre, sont plus ou moins obstruées par la poussière. Mais cette inégalité inévitable entre les vitesses de l'air dans le canal et au dehors peut être corrigée par un procédé très simple, qui consiste à entretenir de l'eau aiguisée d'acide sulfurique dans deux vases, dont l'un est placé à côté des terres et l'autre en plein air. Pour ces vases, toutes les conditions d'absorption sont égales, sauf celle de l'agitation de l'air, dont les effets sont dès lors mesurés par les quantités d'ammoniaque absorbées des deux parts en des temps égaux.

» Ce mode de correction n'est peut-être pas à l'abri de toute critique : je l'ai adopté néanmoins, après m'être assuré que, dans tous les cas, il diminuait les résultats dans une assez forte proportion.

» Au reste, je ne pouvais avoir la prétention d'obtenir des mesures tout à fait précises, susceptibles d'être généralisées. Le phénomène que j'étudiais est de ceux dont les effets sont essentiellement variables : ils dépendent de la situation géographique et de la topographie du lieu d'observation, de la nature et de l'état des sols, des climats, etc. ; ma seule ambition était de reconnaître l'ordre de grandeur des quantités d'ammoniaque absorbées en un temps donné par une surface déterminée de sol nu.

» Ces quantités sont-elles négligeables, comme certains auteurs le prétendent, ou bien sont-elles assez importantes pour qu'il en soit tenu compte dans les questions relatives à l'alimentation azotée des végétaux ?

» J'ai exécuté, de 1886 à 1890, vingt-cinq expériences que je rangerai en quatre groupes.

» Dans le premier, je place six expériences faites avec des terres non calcaires, de celles précisément qui m'ont servi dans mes études sur la fixation de l'azote gazeux par les sols nus. Pas plus qu'aucune des nombreuses terres que j'ai étudiées à ce point de vue, celles-ci ne fixent l'azote gazeux ; par conséquent, tout gain d'azote réalisé par elles devait être attribué exclusivement aux composés azotés de l'atmosphère.

» Le deuxième groupe comprend des expériences sur deux terres également impropres à fixer l'azote gazeux, l'une contenant 40 pour 100 de calcaire, l'autre privée de cet élément. La comparaison entre les quantités d'ammoniaque absorbées devait apprendre si le calcaire exerce sur l'absorption quelque influence, mauvaise ou bonne.

» Les troisième et quatrième comprennent seize expériences faites avec des terres exclusivement calcaires, les unes toujours humides, les autres toujours sèches.

» Dans toutes les expériences, je me suis servi de vases en verre circulaires, à fond plat, ayant à peu près une section de 2<sup>d</sup><sup>m</sup><sup>q</sup>, mais de hauteurs proportionnées aux poids des terres, de sorte que les surfaces de celles-ci affleurassent les bords des vases.

» PREMIER GROUPE. — *a*, vase vide destiné à recueillir pendant toute la durée des expériences les poussières déposées par le courant d'air; il est placé sous l'entonnoir en un point où la récolte est maxima; l'azote de ces poussières sera dosé et retranché de l'azote trouvé dans les terres à la fin des expériences;

» *b*, vase contenant 1491<sup>gr</sup> de terre de Neauphle (supposée sèche), entretenue en état constant d'humidité (de 14 à 18 pour 100), mais privée du libre contact de l'air par un couvercle percé d'un petit trou;

» *c, d, e*, vases contenant 595<sup>gr</sup>, 1517<sup>gr</sup>, 3284<sup>gr</sup> de la même terre;

» *f*, vase contenant 1493<sup>gr</sup> de terre de Fouilleuse;

» *g*, vase contenant 3243<sup>gr</sup> de terre de Montretout.

» Les expériences *a, b, c, d, e* ont duré, de mars 1886 à juillet 1887, 495 jours; les expériences *f, g* ont duré trois mois de plus.

» Pendant les trois premiers mois, toutes les terres ont été arrosées (\*) de deux en deux ou de trois en trois jours. Plus rares ensuite, les arrosages ont été suspendus pendant cinq mois d'hiver, puis repris, à intervalles irréguliers, jusqu'à la fin des expériences. Sans entrer dans plus de détails, je dirai seulement que le degré d'humidité des surfaces, degré qui a une influence considérable sur l'absorption de l'ammoniaque, a beaucoup différencié dans les divers lots de terres, en raison des différences de leur poids et, par suite, de leurs approvisionnements en eau. La surface de *c* a été sèche la plupart du temps; les surfaces de *d* et *f* ont été tour à tour humides et sèches pendant des temps égaux; celles de *e* et *g* ont été humides plus souvent que sèches.

» Voici le Tableau des résultats analytiques obtenus avant et après le séjour des terres dans le canal. Ils sont rapportés à 100<sup>gr</sup> de terre sèche. L'a-

(\*) Pour ramener par l'arrosage une terre à son taux primitif d'humidité voisin de 18 pour 100, on la met sur une balance, et l'on distribue à sa surface de l'eau pure, exempte d'ammoniaque, jusqu'à ce que la terre équilibre une tare en plomb. Chaque terre a sa tare.

zote total a été dosé par le procédé de la combustion appliqué à des poids de terre compris entre 150<sup>gr</sup> et 200<sup>gr</sup>.

|                  | Azote ammoniacal. |        |             | Azote nitrique. |        |             | Azote total. |        |             |
|------------------|-------------------|--------|-------------|-----------------|--------|-------------|--------------|--------|-------------|
|                  | Avant.            | Après. | Différence. | Avant.          | Après. | Différence. | Avant.       | Après. | Différence. |
| <i>b</i> . . . . | 0,54              | 0,30   | -0,24       | 0,75            | 7,95   | +7,20       | 108,2        | 108,7  | +0,5        |
| <i>c</i> . . . . | 0,54              | 0,95   | +0,41       | 0,75            | 19,03  | +18,28      | 108,2        | 121,1  | +12,9       |
| <i>d</i> . . . . | 0,54              | 0,42   | -0,12       | 0,75            | 12,90  | +12,15      | 108,2        | 116,1  | +7,9        |
| <i>e</i> . . . . | 0,54              | 0,40   | -0,14       | 0,75            | 16,82  | +16,07      | 108,2        | 115,1  | +6,9        |
| <i>f</i> . . . . | 0,43              | 0,29   | -0,14       | 1,92            | 10,45  | +9,53       | 43,02        | 53,12  | +10,1       |
| <i>g</i> . . . . | 0,33              | 0,14   | -0,19       | 0,28            | 2,74   | +2,46       | 6,62         | 10,22  | +3,6        |

» Dans le Tableau suivant figurent les gains de chaque lot entier, puis ceux qu'aurait faits, dans le cours d'une année, un hectare placé dans les mêmes conditions que mes terres. Je laisse de côté le lot *b* qui n'a presque rien gagné, résultat que je tenais d'avance pour certain. Ce lot n'en était pas moins un témoin que je devais placer à côté des autres lots, pour bien démontrer l'origine de l'azote gagné par eux.

|                    | Gain total de chaque lot.                   |               |                 | Gain rapporté à l'hectare pendant un an. |
|--------------------|---|---------------|-----------------|--|
|                    | Gain pour 100 <sup>gr</sup> de terre sèche. | Poids du lot. | Surface du lot. |  |
| <i>c</i> . . . . . | 12,9  | 595           | 2,12            | 26,7                                     |
| <i>d</i> . . . . . | 7,9   | 1517          | 3,22            | 34,8                                     |
| <i>e</i> . . . . . | 6,9   | 3284          | 2,25            | 83,1                                     |
| <i>f</i> . . . . . | 10,1  | 1493          | 1,91            | 38,0                                     |
| <i>g</i> . . . . . | 3,6   | 3243          | 1,93            | 35,0                                     |

» On remarquera que, dans les lots *c*, *d*, *e* d'une même terre, les quantités d'azote gagnées au contact de l'air vont en croissant quand on les rapporte à 100<sup>gr</sup> de terre sèche, et décroissent, au contraire, quand elles sont calculées pour les lots entiers. Ces deux faits ne se contredisent point. Les surfaces des lots étant les mêmes, l'enrichissement devait être d'autant plus marqué qu'il profiterait à une quantité moindre de terre, ce qui explique le premier fait. Mais, d'autre part, l'état d'humidité des surfaces n'a pas été le même pour les trois lots, et l'absorption d'ammoniacque a été d'autant plus prononcée que l'humidité a été plus persistante; ce qui explique le second fait.

» Il reste maintenant à faire subir aux gains rapportés à l'hectare deux corrections concernant, l'une les poussières, l'autre l'agitation de l'air.

» Les poussières recueillies du 16 mars 1886 au 18 juin 1887, sur une surface de 2<sup>dm<sup>2</sup></sup>, m'ont fourni 5<sup>mg</sup>,07 d'azote (dosé par le procédé Kjeldal), quantité qui, rapportée à l'hectare et à l'année, donne 1<sup>gr</sup>,92 c'est peu de chose.

» L'autre correction est plus importante. L'eau acidulée, exposée dans le canal à côté des terres et couvrant une surface de 2<sup>dm<sup>2</sup></sup>, a absorbé les quantités suivantes d'ammoniaque :

|   |      |                                |       |
|---|------|--------------------------------|-------|
| Du 5 avril 1886 au 17 mai, en 42 jours.....     | 26,0 |                                | 0,303 |
| Du 17 mai au 19 juillet, en 63 jours.....       | 40,7 | pour 1 jour                    | 0,330 |
| Du 19 juillet au 22 novembre, en 126 jours..... | 78,1 | et 1 <sup>dm<sup>2</sup></sup> | 0,302 |
| Du 26 avril 1887 au 18 juin, en 53 jours...     | 42,6 |                                | 0,348 |
|   |      | Moyenne.....                   | 0,321 |

» D'autre part, d'anciennes expériences m'ont donné 0<sup>mg</sup>,20 pour la quantité d'ammoniaque absorbée en un jour par une surface d'eau acidulée de 1<sup>dm<sup>2</sup></sup>, exposée au libre contact de l'air (1). Il convient donc de multiplier par la fraction  $\frac{0,20}{0,321} = 0,62$  les gains d'azote ci-dessus rapportés à l'hectare, après en avoir retranché 1<sup>kg</sup>,9, ce qui donne en définitive, pour les cinq terres *c, d, e, f, g*, des gains de 15<sup>kg</sup>,3, 23<sup>kg</sup>,6, 50<sup>kg</sup>,1, 22<sup>kg</sup>,4, 20<sup>kg</sup>,5.

» Compris entre 15<sup>kg</sup> et 50<sup>kg</sup>, ces gains sont bien de même ordre que ceux obtenus en 1876 avec des terres dont les surfaces étaient en état permanent de sécheresse ou d'humidité. Mais ils ont été acquis par des terres privées de calcaire. Je montrerai dans une prochaine Communication que la présence de cet élément n'empêche nullement la fixation de l'ammoniaque atmosphérique. »

(1) Sur le bord d'une fenêtre donnant en plein nord sur le quai d'Orsay. Il est bien probable que l'agitation de l'air y est moindre qu'en rase campagne, circonstance qui a réduit l'absorption de l'ammoniaque.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Contribution à l'étude chimique de la Truffe.*

Note de M. AD. CHATIN.

« TERRE ET TRUFFES DE DIJON. — 1<sup>o</sup> Terre :

|   |        |
|---|--------|
| Eau.....                                    | 1,65   |
| Azote.....                                  | 0,13   |
| Matières organiques autres que l'azote..... | 3,00   |
| Acide phosphorique.....                     | traces |
| Acide sulfurique.....                       | 3,00   |
| Chlore et iode.....                         | 1,47   |
| Chaux.....                                  | 46,09  |
| Magnésie.....                               | 0,43   |
| Potasse.....                                | 0,43   |
| Soude.....                                  | 0,09   |
| Peroxyde de fer, alumine.....               | 6,71   |
| Oxyde de manganèse.....                     | traces |
| Silice.....                                 | 7,00   |
| Acide carbonique et pertes.....             | 29,00  |
|   | <hr/>  |
|   | 100,00 |

» La grande proportion de calcaire fait de cette terre une sorte de marne.

» 2<sup>o</sup> *Truffes*. — 100<sup>gr</sup> de Truffes fraîches ont donné : eau, 75; matière sèche, 25, composée de :

|  |       |
|--|-------|
| Azote.....                                   | 2,08  |
| Matières organiques, etc., sans l'azote..... | 20,42 |
| Cendres.....                                 | 2,50  |
|  | <hr/> |
|  | 25,00 |

» Les cendres sont représentées par :

|  |        |
|--|--------|
| Acide phosphorique.....                  | 18,90  |
| Acide sulfurique.....                    | 2,40   |
| Chlore et iode.....                      | 0,39   |
| Chaux.....                               | 7,50   |
| Magnésie.....                            | 0,85   |
| Potasse.....                             | 23,77  |
| Soude.....                               | 0,60   |
| Peroxyde de fer et alumine (traces)..... | 7,50   |
| Oxyde de manganèse.....                  | traces |
| Silice.....                              | 28,05  |
| Acide carbonique et pertes.....          | 10,04  |
|  | <hr/>  |
|  | 100,00 |

» On remarquera que les Truffes des environs de Dijon, bien que venues dans un sol extraordinairement calcaire, ne sont pas plus riches en chaux que celles de terres de composition très différente, comme à Verac et à Tullins. A un point de vue d'ordre inverse, on constate que les Truffes sont toujours riches en acide phosphorique, même là où la proportion de ce corps s'abaisse dans les terres.

» TERRE ET TRUFFES DE TULLINS (ISÈRE). --- La truffière est placée sous un vieux châtaignier où le rabassier (chercheur de Truffes) Achard fouille les Truffes depuis plus de trente ans, mas de *Seurat*, renommé pour son beau vignoble à cépage de *Sirah*, importé de l'Hermitage.

» 1<sup>re</sup> Terre. De couleur rougeâtre, elle repose sur un diluvium où les cailloux granitiques sont beaucoup plus nombreux que les cailloux calcaires.

» Sa composition est de :

|  |        |
|--|--------|
| Eau.....   | 20,00  |
| Azote.....   | 0,15   |
| Matières organiques et volatiles, sans l'azote.... | 7,50   |
| Chaux.....   | 1,60   |
| Magnésie.....                                      | 0,50   |
| Potasse.....                                       | 0,55   |
| Soude.....   | 0,10   |
| Peroxyde de fer, alumine.....                      | 16,40  |
| Oxyde de manganèse.....                            | traces |
| Acide phosphorique.....                            | traces |
| Acide sulfurique.....                              | 2,50   |
| Chlore et iode.....                                | 1,55   |
| Silice et résidu insoluble en acides.....          | 39,00  |
| Acide carbonique et pertes.....                    | 10,15  |
|  | <hr/>  |
|  | 100,00 |

» 2<sup>de</sup> Truffes. - Formées à peu près pour les trois quarts de Truffes de Périgord et pour le reste de Truffes de Bourgogne (*Tuber uncinatum*) et de Truffe-Fourmi (*Tuber brumale*), leur analyse donne, pour 100<sup>gr</sup>, 25<sup>gr</sup> de matière sèche, formée elle-même de :

|   |       |
|---|-------|
| Azote.....  | 4,10  |
| Matières organiques et volatiles, sans l'azote... | 18,20 |
| Cendres.....                                      | 2,80  |
|   | <hr/> |
|   | 25,10 |



» La composition des cendres est la suivante :

|   |               |
|---|---------------|
| Acide phosphorique.....                         | 23,15         |
| Acide sulfurique.....                           | 2,15          |
| Chlore et iode.....                             | 0,36          |
| Chaux.....                                      | 6,50          |
| Magnésie.....                                   | 3,10          |
| Potasse.....                                    | 24,40         |
| Soude.....                                      | 1,20          |
| Peroxyde de fer, alumine (traces).....          | 8,40          |
| Oxyde de manganèse.....                         | traces        |
| Silice et résidu insoluble dans les acides..... | 23,24         |
| Acide carbonique et pertes.....                 | 7,50          |
|   | <u>100,00</u> |

» On notera encore la richesse assez grande des Truffes en acide phosphorique, en chaux et magnésie, contrastant avec la composition de la terre.

» Nous avons, à la suite de la plupart des analyses de Truffes et de terres, noté un certain nombre de faits ressortissant de ces analyses, faits qui peuvent être groupés en quelques aperçus généraux.

» Six corps : l'azote, le phosphore, la potasse, la chaux, le fer, le soufre, se présentent tout d'abord comme caractéristiques de la Truffe par leur notable proportion qui se maintient toujours élevée, même quand le sol ne contient que des quantités minimales de ces corps.

» L'azote, base des matières animalisées ou albuminoïdes, rend compte des qualités de la Truffe comme aliment plastique ; la proportion en est toujours considérable, même quand la Truffe a végété dans un sol maigre. D'où vient-il alors ? Sans doute de l'air confiné dans le sol.

» Le phosphore se maintient en proportion très forte, l'acide phosphorique entrant, en moyenne, pour plus de 25 pour 100 dans la composition des cendres ; il est suivi de près par la potasse, ces deux composés formant ensemble plus de la moitié du poids total des cendres, même quand le sol n'en contient que fort peu.

» La chaux fait, dans les cendres des Truffes, 7 à 8 pour 100 de la masse, que la terre soit formée de 50 pour 100 de calcaire, comme dans une truffière des environs de Dijon, ou en renferme à peine 1 pour 100, comme à Nérac et à Tullins.

» La proportion de l'oxyde de fer, encore notable, est d'à peu près 5 pour 100, que le sol soit très ferrugineux, ce qui est le cas ordinaire, ou qu'il soit à peine ocracé. Le soufre, partie constituante des matières protoplasmiques ou animalisées, entre dans celles-ci avec l'azote.

» Il ne semble pas douteux que tous ces corps, parties essentielles de la Truffe, ne puissent être concentrés dans et par celle-ci, jusqu'à concurrence de ce qui est nécessaire à sa constitution, l'excédent étant rejeté par elle, sous forme d'excrétions exosmotiques, là où la terre fournit en excès à l'absorption tel ou tel de ces éléments qu'on peut ici appeler éléments *princeps*. Le temps est loin aujourd'hui où quelques physiologistes, aux expériences minutieusement mal faites, attaquaient ce qu'ils appelaient l'hypothèse des excrétoirs.

» Il est encore cinq corps qui, bien que jouant un moindre rôle que les précédents dans la constitution de la Truffe, ne sont toutefois pas négligeables : ce sont la soude, la magnésie, le manganèse, le chlore et l'iode.

» La soude, bien que ne suivant la potasse que de très loin, se trouve toujours dans la Truffe en proportion notable, relativement à ce qu'en contenait le sol. Cette proportion, en moyenne de 1 pour 100 du poids des cendres, peut s'élever jusqu'à 6 pour 100 (Truffes de Cahors).

» La magnésie, satellite de la chaux, se présente à peu près dans les mêmes proportions que la soude, et, fait singulier, s'accroît comme celle-ci dans la Truffe de Cahors, où sa proportion (7 pour 100) est presque la même que celle de la chaux.

» Le manganèse, jusque-là non signalé, paraît se trouver dans toutes les Truffes : bien qu'en proportion minime, le fait même de sa présence n'est pas sans intérêt, quand on considère qu'on lui attribue en thérapeutique la même propriété qu'au fer.

» Quant au chlore et à l'iode, ce dernier reconnu, comme le manganèse, pour la première fois, ils complètent, au point de vue de l'hygiène, la constitution de la Truffe comme aliment, étant donnée leur présence dans les composés nutritifs par excellence, les œufs et le lait, ainsi que dans toutes les humeurs animales.

» La composition chimique est-elle la même dans les diverses espèces de Truffes, ou varie-t-elle avec celles-ci?

» Il serait intéressant de faire porter, à ce point de vue, les recherches sur un grand nombre d'espèces, et notamment de comparer les espèces silicicoles, comme le Terfâz des Arabes et le *Tuber bituminatum* des Vosges, aux espèces calcicoles, et de dégager, dans les résultats, ce qui peut appartenir au sol de ce qui serait attribué de l'espèce (1).

---

(1) J'espère recevoir prochainement, de Tunisie, le Terfâz et la terre arénacée dans laquelle il croît.

» Je ne peux, faute de matériaux, comparer entre elles que deux espèces calcicoles, la Truffe de Périgord (*Tuber melanosporum*), et la Truffe de Bourgogne (*Tuber uncinatum*).

» Des différences de quelque importance se présentent pour l'acide phosphorique, dont la proportion a été trouvée sensiblement plus faible dans la Truffe de Bourgogne-Champagne que dans la Truffe de Périgord; les moins phosphorées de celles-ci (celles de Savignac-les-Églises et de Dégagnac) l'emportent encore sur elles.

» L'azote aussi a été trouvé en proportion moindre dans la Truffe de Bourgogne que dans celle de Périgord.

» Le lot de Truffes de Tullins, composé d'un mélange de Truffes de Périgord (pour les trois quarts), de Truffes de Bourgogne et de *Tuber brumale* (pour un quart), avait une proportion d'acide phosphorique intermédiaire.

» Quoi qu'il en soit de ce point spécial, il ressort de toutes les analyses que la Truffe est un aliment complet, riche en matières azotées, en composés minéraux les plus essentiels à la vie animale, et non dépourvu d'aliments respiratoires (matières grasses, mannite, acides végétaux).

» Qu'il me soit permis, en terminant, de revenir, pour y insister, sur les grands désaccords qui peuvent exister entre la composition des Truffes et celle de la terre de leurs truffières.

» La richesse même des Truffes en azote, constamment la même, que les Truffes se soient développées dans une bonne terre chargée d'humus ou dans les maigres garriques et galluches de la Provence et du Poitou soulève la question suivante (1).

» La Truffe ne serait-elle pas (et sans doute avec elle beaucoup de Champignons et d'autres Tubéracées, notamment le Terfâz des sables d'Afrique et d'Arabie) une plante *sidérale* s'emparant, comme les Légumineuses, ou plutôt comme les Chénopodées, dépourvues des tubercules à microbes de ces dernières, de l'azote de l'air confiné dans le sol? Cette hypothèse me paraît mériter qu'on s'y arrête, nonobstant cette objection, qu'on ne saurait taire, que la Truffe recevrait des radicelles de son hôte, chêne, etc., un aliment déjà condensé à son profit.

» D'autre part, les nitrates, dont la présence dans la Truffe a été signalée par M. J. Lefort, n'auraient-ils pas ici un rôle actif consistant à trans-

---

(1) L'analyse sommaire d'une galluche de Beuxe, en Loudunois, a donné : fragments calcaires, 50; argile et fer, 35,5; sable quartzueux, 15; terre végétale, 2,5 sur 100.

mettre aux matières albuminoïdes en formation l'azote puis par eux dans le sol pour leur propre constitution ?

« Les analyses comparées des Truffes et de la terre des truffières montrent bien, d'ailleurs, que ce n'est pas seulement l'azote, mais les éléments minéraux essentiels des cendres : phosphore, potasse, chaux, fer, etc., qui se présentent en proportion généralement fixe et élevée dans les Truffes, qu'ils soient rares ou abondants dans le sol des truffières. D'où cette conséquence que les Truffes auraient toujours, sous réserve du concours qu'apportent à leur développement les arbres dans le voisinage intime desquels elles sont placées, la faculté d'*emmagasiner*, jusqu'à un certain *quantum*, les principes que les terres maigres ne leur livrent qu'avec parcimonie. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la théorie et le mode d'emploi des appareils sismographiques.* Note de M. G. LIPPMASS.

« La Commission des tremblements de terre, nommée par l'Académie, ayant entrepris l'étude des appareils sismographiques, j'ai eu l'occasion, comme membre de cette Commission, de m'occuper de la théorie de ces instruments et du problème qu'il est nécessaire de résoudre quand on veut en faire usage.

» Considérons, pour fixer les idées, un pendule sismographe, tel que ceux que l'on emploie le plus fréquemment en Europe; on sait qu'il se compose d'un pendule dont l'axe de suspension est solidaire du sol, et qui est mobile dans un plan déterminé; le pendule porte un style qui appuie sur un papier, qu'un mouvement d'horlogerie entraîne horizontalement et avec une vitesse uniforme dans une direction perpendiculaire au plan d'oscillation; ce mouvement d'horlogerie est solidaire du sol. Un séisme vient-il à se produire, on recueille sur le papier une courbe plus ou moins accidentée. Or cette courbe ne représente pas la loi du mouvement du sol. Il eût fallu, en effet, pour qu'il en fût ainsi, que le style fût demeuré immobile dans l'espace. Il n'en est rien; car, l'axe de suspension du pendule remuant avec le sol, il est clair que le pendule ne tarde pas à osciller. La courbe recueillie représente donc un mouvement relatif, résultat de la superposition du mouvement du sol et du mouvement acquis par le pendule. Le problème à résoudre consiste donc à éliminer ce dernier mouve-

ment, c'est-à-dire à déduire de la courbe recueillie celle qui aurait eu lieu si le style était demeuré immobile dans l'espace.

» Notre Confrère M. H. Poincaré a résolu ce problème en considérant le cas d'un mouvement du sol rectiligne et horizontal, et d'un pendule simple exécutant des oscillations infiniment petites; il a en outre calculé le mouvement du pendule en admettant que le déplacement du sol soit une fonction sinusoïdale du temps. L'analyse de M. Poincaré a été publiée dans l'Ouvrage (1) de notre Confrère M. Fouqué.

» Afin d'obtenir une solution plus générale et applicable à divers appareils séismographiques, considérons le cas d'une masse de forme arbitraire, mobile autour d'un axe AA', de direction quelconque, et soumise à des forces (pesanteur, ressorts, frottements) dont le moment au temps  $t$  par rapport à AA' est désigné par  $\pi$ ; l'axe AA' solidaire du sol est par suite assujéti à se déplacer parallèlement à lui-même suivant une loi quelconque. Quelle est l'équation différentielle du mouvement? Soient  $x, y, z$  les coordonnées au temps  $t$  d'un point de AA' par rapport à trois axes de coordonnées rectangulaires, fixés dans l'espace. Je suppose l'axe OZ parallèle à AA', l'axe OY parallèle à la position qu'occupe le plan P, contenant l'axe AA' et le centre de gravité G, lorsque l'appareil est en équilibre. Soient M la masse du pendule,  $a$  la distance du centre de gravité G à AA'; soit  $\Sigma mr^2$  le moment d'inertie par rapport à AA'; enfin soit  $\alpha$  la déviation angulaire du plan P au temps  $t$ . On trouve l'équation

$$(1) \quad Ma(x'' \cos \alpha - y'' \sin \alpha) + \Sigma mr^2 \alpha'' - \pi = 0.$$

» Dans cette équation  $x$  et  $y$  sont des fonctions inconnues;  $\alpha$  au contraire est donné en fonction du temps, car la déviation angulaire est mesurée par l'abscisse correspondante de la courbe recueillie.

» La seule équation (1) ne permet pas de déterminer à la fois  $x$  et  $y$ ; il n'est donc pas exact d'admettre, comme on le fait d'ordinaire, qu'un appareil inscripteur puisse fournir, à lui seul, l'une des composantes du mouvement. Mais, en employant deux appareils convenablement orientés, on peut obtenir deux équations en  $x''$  et  $y''$  de la forme de (1); on en tirera  $x''$  et  $y''$  et, par suite,  $x$  et  $y$  à l'aide de simples quadratures.

» *Pendule séismographe.* — L'axe AA' est horizontal;  $x''$  représente une composante horizontale de l'accélération du mouvement du sol;  $y''$ , l'ac-

---

(1) F. Fouqué, *Les tremblements de terre*, p. 46 et 47. J.-B. Baillière; 1889.

célération verticale. Le mouvement directeur est dû à la pesanteur : on peut supposer en outre un amortissement proportionnel à la vitesse angulaire.

» L'équation (1) devient donc, dans ce cas,

$$(2) \quad Ma(x'' \cos z - g'' \sin z) + \Sigma mr^2 x'' + Mag \sin z + kx' = 0,$$

$k$  étant une constante et  $g$  l'intensité de la pesanteur. Le coefficient de  $\sin z$  est  $Ma(g - g'')$ ;  $g$  valant près de  $10^m$  et  $g''$  n'étant que de quelques millimètres en moyenne, on peut, avec une grande approximation, négliger  $g''$  devant  $g$ . En résolvant (2) par rapport à  $x''$ , en intégrant deux fois et en tenant compte de ce que les constantes introduites par l'intégration sont nulles (pour  $t = 0$ ,  $x = 0$ ,  $x' = 0$ ), il vient

$$(3) \quad x = - \frac{\Sigma mr^2}{Ma} \int_0^t dt \left[ \int_0^t \frac{x''}{\cos z} dt \right] - g \int_0^t dt \left[ \int_0^t \text{tang } z dt \right] - \frac{k}{Ma} \int_0^t x dt.$$

» Il reste à déterminer la valeur des coefficients placés devant les intégrales. A cet effet, faisons osciller le pendule avec une petite amplitude, et recueillons la courbe tracée dans ces conditions,

» L'équation différentielle du mouvement s'obtient en faisant dans (2)  $x'' = 0$ ,  $y'' = 0$ . Il vient

$$(4) \quad \frac{\Sigma mr^2}{Ma} x'' + \frac{k}{Ma} x' + gx = 0;$$

c'est, comme on pouvait s'y attendre, l'équation relative aux oscillations du pendule amorti. L'intégrale de (4) est

$$(4') \quad x = x_0 e^{\frac{\lambda}{T} t} \sin \frac{2\pi t}{T},$$

$\lambda$  représentant le décrement logarithmique et  $T$  la période des oscillations. La courbe recueillie fournit expérimentalement les valeurs de  $\lambda$  et  $T$ .

» Supposons, d'autre part, que l'on supprime l'amortissement : alors  $k$  est égal à 0; l'équation (4) se réduit à

$$(5) \quad \frac{\Sigma mr^2}{Ma} x'' + gx = 0.$$

» L'intégrale correspondante est

$$(5') \quad x = x_0 \sin \frac{2\pi t}{T_1}.$$



» La période  $T$ , s'obtient encore par voie d'inscription en recueillant la courbe tracée par le pendule dans ces conditions.

» En substituant dans (4) son intégrale (4') de  $\lambda$  et dans (5) son intégrale (5'), on obtient des équations de condition d'où l'on tire

$$\frac{\Sigma mr^2}{Ma} = \frac{gT_1^2}{4\pi^2}; \quad \frac{k}{Ma} = \frac{-\lambda}{T} \frac{gT_1^2}{4\pi^2}.$$

» Finalement, l'équation (3) devient

$$(6) \quad x = -\frac{gT_1^2}{4\pi^2} \int_0^t dt \int_0^t \frac{\alpha''}{\cos \lambda} dt - g \int_0^t dt \left( \int_0^t \text{tang} \alpha dt \right) + \frac{\lambda}{T} \frac{gT_1^2}{4\pi^2} \int_0^t \alpha dt.$$

» Cette équation se simplifie si l'on admet que  $\alpha$  soit assez petit pour que  $\text{tang} \alpha$  se confonde avec  $\alpha$ ; il en sera ainsi si la longueur du pendule est de plus d'un décimètre; car, en fait,  $x$  et  $y$  atteignent à peine quelques millimètres. On a alors

$$(7) \quad x = -\frac{gT_1^2}{4\pi^2} \alpha - g \int_0^t dt \left( \int_0^t \alpha dt \right) + \frac{\lambda}{T} \frac{gT_1^2}{4\pi^2} \int_0^t \alpha dt.$$

» En résumé, quelles sont les opérations à exécuter pour obtenir la loi d'un tremblement de terre? Il faut : 1<sup>o</sup> faire usage d'un pendule ayant un ou plusieurs décimètres de longueur; 2<sup>o</sup> déterminer  $x$  à l'aide de l'équation (7).

» Les valeurs de  $\alpha$  sont données par les ordonnées de la courbe tracée pendant le séisme. Quant aux coefficients de l'équation (7), qui sont en quelque sorte les constantes de l'appareil, on les détermine une fois pour toutes par une double expérience à blanc, c'est-à-dire exécutée pendant que le sol est en repos : on laisse le pendule inscrire, d'une part avec amortissement, d'autre part sans amortissement; les courbes ainsi recueillies font connaître  $\lambda$ ,  $T$  et  $T_1$ , et, par conséquent, fournissent une fois pour toutes les coefficients de (7).

» *Séismographe à charnière ou bracket.* — L'appareil à charnière ou bracket, employé par les observateurs anglais au Japon, se compose essentiellement d'une masse mobile autour d'un axe vertical, à la manière d'une girouette ou d'un battant de porte.

» Si l'on suppose d'abord la masse parfaitement libre autour de son axe, on obtient l'équation différentielle du mouvement en faisant  $\varpi\pi = 0$  dans (1); il vient

$$Ma(x'' \cos \alpha - y'' \sin \alpha) + \Sigma mr^2 \alpha'' = 0.$$

» Dans ces conditions, en les supposant réalisables, l'appareil n'a pas de position d'équilibre, et, après un scisme, il continuerait en général à tourner indéfiniment autour de son axe.

» Si l'on supposait une charnière avec un frottement appréciable, l'appareil aurait une infinité de positions d'équilibre, et il ne marquerait que pour les accélérations séismiques supérieures à une certaine limite. Il semble donc préférable de donner au système une force directrice, soit en remplaçant les charnières par des ressorts élastiques, soit en inclinant l'axe de rotation d'un angle  $\varphi$  sur la verticale. Il suffit alors de remplacer, dans l'équation (7),  $g$  par  $g \sin \varphi$ , et d'opérer d'ailleurs comme il a été dit plus haut.

La théorie précédente s'étend sans difficulté aux appareils à déplacement rectiligne, tel que celui que l'on emploie pour déterminer la composante verticale du mouvement séismique.

ÉLECTRICITÉ. — *Note historique sur les piles à électrolytes fondus :*  
par M. HENRI BECQUEREL.

« Dans les *Comptes rendus* de la séance du 17 février dernier, M. Lucien Poincaré a présenté une Note fort intéressante *Sur les piles à électrolytes fondus, et sur les forces thermo-électriques à la surface de contact d'un métal et d'un sel fondu*. Cette Note débute ainsi :

« On peut constituer des éléments de pile en plongeant dans un sel fondu, ou porté à une température assez élevée pour devenir conducteur, deux métaux de nature différente; on n'a pas, jusqu'à présent, étudié les systèmes ainsi formés....

« Les systèmes dont il est question ont été, au contraire, proposés depuis longtemps comme sources d'électricité; ces travaux paraissant peu connus aujourd'hui, la citation rapportée plus haut en est une preuve, je les rappellerai en quelques mots.

« Les courants électriques obtenus en prenant pour électrolyte un sel en fusion ont été observés, il y a plus de trente-cinq ans, par mon grand-père A.-C. Becquerel (1). Le dégagement d'électricité accompagnait, soit la combustion du charbon soit l'oxydation de divers métaux aux dépens de l'électrolyte.

---

(1) Voir notamment BECQUEREL et E. BECQUEREL, *Traité d'Électricité et de Magnétisme*, p. 153 et suiv., 1855.



» L'une des dispositions consistait à fondre du nitrate de potasse dans un creuset de platine et à y plonger une tige de charbon dont la pointe était incandescente. Une autre disposition, appelée *couple pyro-électrique*, consistait à plonger deux métaux différents, une tige de fer et une tige de cuivre, dans un silicate en fusion, par exemple dans un mélange de verre et de carbonate de soude fondus. On recueillait aux extrémités des deux tiges un courant électrique constant quatre fois moins fort que le courant donné dans les mêmes conducteurs par une pile à acide nitrique; on avait donc une force électromotrice de  $\frac{1}{2}$  volt environ. On pouvait avec ces couples produire des électrolyses diverses; l'assimilation aux piles hydro-électriques était complète, et l'auteur signalait les couples pyro-électriques comme pouvant servir à utiliser la chaleur perdue dans les fourneaux des usines.

» En 1877, M. Jablochhoff <sup>(1)</sup> proposa de nouveau comme source d'électricité la combustion du charbon dans les nitrates.

» En 1882, M. Brard <sup>(2)</sup> publia deux Notes sur le dégagement d'électricité produit par la combustion du charbon dans les nitrates, et construisit une sorte de briquette-pile qui, placée dans un foyer, donnait en se consumant un dégagement continu d'électricité. Ce travail constitue l'une des tentatives les plus intéressantes sur l'application pratique des courants pyro-électriques.

» Enfin, tout récemment, en 1888, MM. Fabringi et Farkas <sup>(3)</sup> ont présenté à l'Académie des modifications à la disposition proposée par M. Jablochhoff, dans le but de rendre le courant plus constant.

» Cette question a donc, comme on le voit, attiré, à plusieurs reprises, l'attention des savants et des inventeurs; les tentatives d'application ont eu principalement en vue la combustion du charbon, tandis que l'étude importante de M. Lucien Poincaré, tout en étant indépendante des travaux antérieurs, s'applique directement aux couples pyro-électriques imaginés par mon grand père.

» Je saisis cette occasion d'appeler de nouveau l'attention sur le dégagement d'électricité dans les couples pyro-électriques; il semble que ces phénomènes, selon l'idée de celui qui les a découverts, puissent devenir

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 1053.

(2) *Ibid.*, t. XCV, p. 890 et 1158.

(3) *Ibid.*, t. CVI, p. 1197.

la source d'applications importantes, en permettant d'éviter la chaleur perdue dans certaines industries.

» La chaleur du foyer, en effet, n'intervient dans ces cas que pour maintenir l'électrolyte à l'état de liquide conducteur: elle n'est pas transformée en électricité, de sorte qu'un appareil pyro-électrique, installé dans un fourneau servant à d'autres usages, ne donnera pas lieu à une dépense spéciale de combustible pour la production de l'électricité. La production économique de l'électricité, dans ces conditions, dépendra du prix de revient des matières, métaux et sels fondus, à la réaction chimique desquelles est emprunté le travail. »

GÉOGRAPHIE. — *Atlas facsimile pour servir à l'histoire de la première période de la Cartographie; par M. A.-E. NORDENSKIÖLD (1). Présentation par M. DAUBRÉE.*

» Notre illustre Correspondant M. Nordenskiöld m'a prié de présenter à l'Académie l'Atlas qu'il vient de publier pour servir à l'histoire de la première période de la Cartographie.

» L'histoire de la Géographie, à l'époque des grandes découvertes qui ont marqué d'une manière si mémorable la fin du xv<sup>e</sup> et le xvi<sup>e</sup> siècle, ne peut guère être comprise sans une étude comparative des Cartes que l'on possédait à cette époque. C'est en effet sur ces documents que les explorateurs se fondaient pour courir à de nouvelles entreprises.

» A ce point de vue, les Cartes imprimées, en raison de leur propagation plus étendue, jouaient un rôle non moins important que les Cartes manuscrites, dont il n'existait que des exemplaires peu nombreux et jalousement renfermés dans des archives d'État ou dans les comptoirs de marchands aventureux.

» Mais les Cartes imprimées de cette période sont elles-mêmes devenues rares, et peu de bibliothèques en possèdent des collections. Aussi ces utiles renseignements sont-ils difficilement accessibles.

» C'est ce qui a conduit M. Nordenskiöld à publier une collection systématique des Cartes les plus importantes *imprimées* pendant cette première période. Les Cartes *manuscrites*, dont on possède déjà des Atlas

(1) A.-E. NORDENSKIÖLD. *Facsimile Atlas.*

bien connus de Jomard, de Santarem et d'autres, ont été exclues. Quelques Cartes imprimées, de grand format, n'y figurent pas non plus, parce que la réduction qui aurait été nécessaire pour les représenter leur eût fait perdre une partie de leur intérêt.

» L'Atlas *facsimile*, de dimension grand in-folio, comprend 41 Cartes, qui toutes, excepté une, ont été reproduites à la grandeur de l'original. De plus, 84 autres Cartes, la plupart réduites, mais avec l'indication de leurs dimensions, sont insérées dans le texte explicatif.

» Les unes et les autres ont été exécutées très habilement par la photolithographie, de telle sorte que tous les détails du dessin et de l'écriture peuvent y être étudiés aussi nettement que sur les originaux. Beaucoup de ces Cartes appartiennent à la collection de l'Auteur; l'établissement ou la personne propriétaire de chacune d'elles est indiqué sur les *index*.

» Le texte, écrit en suédois par M. Nordenskiöld, a été traduit en anglais par MM. J.-A. Ekelöf et Clément-R. Markham.

» Ce texte est divisé en dix Parties.

» I. *Atlas géographiques de Ptolémée*. — Les Cartes annexées aux plus anciennes éditions de la *Géographie* de Ptolémée constituent le prototype de presque tous les Atlas géographiques publiés depuis la découverte de l'imprimerie.

» Non seulement les règles et les directions données par le grand géographe pour le dessin des Cartes et la représentation des continents et des océans sont encore pratiquées; mais aussi les méthodes pour figurer les limites des terres et des mers, les montagnes, les rivières et les villes y sont suivies, à part très peu de variations, conformément aux anciens manuscrits et aux premières éditions imprimées. Son mode d'orientation, sa graduation et très souvent aussi ses projections y sont conservés.

» II. *Éditions de la Géographie de Ptolémée*. — Au commencement du xv<sup>e</sup> siècle, la connaissance de la langue grecque était très limitée en Occident, même parmi les hommes instruits. L'immense influence qu'a exercée Ptolémée a commencé à l'époque à laquelle son œuvre fut traduite en latin. M. Nordenskiöld signale des éditions, au nombre de 56, qui ont paru depuis celle de Bologne de 1472, parmi lesquelles plusieurs n'avaient pas encore été mentionnées. L'une de celles-ci, des plus anciennes, est très remarquable au point de vue cartographique. Déjà 33 éditions avaient été imprimées antérieurement à 1570.

» III. *Pseudo-éditions de Ptolémée: erreurs et nombre de Ptolémées*. — Vingt-six œuvres, qui avaient été faussement comptées parmi les géographies de Ptolémée, en ont été éliminées. Quelques-unes des erreurs de ces œuvres diverses méritent l'attention: l'Auteur fait ressortir leurs causes et leurs effets.

» IV. *Arctens Atlas non ptolémiques*. — Les Cartes marines, PLOULIÈRES ou Cartes loxodromiques, y sont l'objet d'une attention particulière.

» V. *Extension de l'Œcumène de Ptolémée vers le nord et le nord-ouest*. — L'Atlas du monde connu se terminait, dans les Cartes de Ptolémée, au 60<sup>e</sup> degré de latitude nord. Plusieurs géographes du moyen âge composèrent des Cartes complètement différentes de l'ancien type, qui servent à suivre les progrès successifs.

» VI. *Les premières Cartes du nouveau monde et des parties récemment découvertes de l'Afrique et de l'Asie*.

» On suppose généralement que les heureux voyages des Portugais dans la *Regio perusta* ou *Regio inhabitabilis propter nimium calorem*, et la découverte du nouveau monde par Colomb ont dû produire immédiatement une grande impression dans la chrétienté. Il semble que l'on aurait dû comprendre l'immense importance de cet accroissement subit de régions adaptées à l'usage de l'humanité; car ces continents et îles immenses, avec la fertilité d'un sol vierge, pouvaient donner à des millions d'êtres vivants des moyens de subsistance plus faciles, plus riches et plus abondants que l'ancien monde, avec sa population dense, son sol appauvri et d'autres conditions défavorables. Cependant il fut bien loin d'en être ainsi.

» Les découvertes capitales dont il s'agit furent reçues avec indifférence, même par les hommes qui auraient paru devoir apprécier le développement qui devait en résulter pour les conditions politiques et économiques de l'humanité. La vérité de cette assertion se reconnaît facilement, si l'on prend la peine d'étudier l'ancienne littérature originale.

» VII. *Globes terrestres à partir du xv<sup>e</sup> siècle et dans la première partie du xvi<sup>e</sup> siècle*.

» VIII. *Projections de Cartes*. — On trouve ici un aperçu des modes de projections employés pour les Cartes: 1<sup>o</sup> avant le commencement du xv<sup>e</sup> siècle; 2<sup>o</sup> pendant le xv<sup>e</sup> siècle; 3<sup>o</sup> pendant la première partie du xvi<sup>e</sup> siècle; 4<sup>o</sup> enfin entre 1550 et 1600. A cette dernière époque appartiennent les méthodes de Mercator, qui ont exercé une influence si puis-

sante sur les progrès de la navigation. Une longue légende, inscrite sur la Carte de 1569, explique le principe du nouveau procédé et son utilité pour la navigation.

» IX. *Fin de la première période de la Cartographie.*

» X. *Commencement de la nouvelle période. Abraham Ortelius, Gérard Mercator et d'autres.*

» Le texte, concis et plein d'érudition, fait bien comprendre le haut intérêt que présente la riche collection de Cartes réunie dans l'Atlas dont il s'agit. L'exécution de toutes ses parties est excellente. Cette œuvre monumentale sera accueillie avec reconnaissance par les Géographes, qui pourront désormais posséder et consulter à loisir une foule de documents très intéressants et rares. C'est un nouveau service à ajouter à ceux que M. Nordenskiöld a déjà rendus à la Science, sous une autre forme, dans ses intrépides explorations polaires, au Spitzberg, au Groenland et dans l'Océan glacial de Sibérie. »

**M. E. LEVASSEUR**, Membre de l'Académie des Sciences morales et politiques, en présentant à l'Académie des Sciences un exemplaire d'un Ouvrage en deux Volumes, intitulé : « Le Brésil », s'exprime comme il suit :

« Le premier Volume, qui contient le texte, est le développement d'un travail qui a paru dans *La Grande Encyclopédie*, et que j'ai rédigé avec le concours de plusieurs savants brésiliens ; le second est un album de 100 vues du Brésil, la plupart inédites, exécutées sous la direction du baron de Rio Branco.

» J'ai cru devoir faire hommage de cet Ouvrage à l'Académie des Sciences :

» 1° Parce que la Géographie rentre dans ses attributions et que l'Ouvrage est un exposé de l'état géographique, politique et économique du Brésil à la fin d'une période de son histoire et des progrès accomplis par ce pays durant les deux périodes coloniale et impériale ;

» 2° Parce que l'Ouvrage a été honoré de la collaboration d'un membre de cette Académie: S. M. l'empereur du Brésil a rédigé un Mémoire sur la langue Tupi, qui est inséré en appendice, et a envoyé une partie des photographies qui ont servi à composer l'Album. »

### NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux candidats qui doivent être présentés à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la chaire de Chimie appliquée aux corps organiques, actuellement vacante au Muséum d'Histoire naturelle.

Au premier tour de scrutin, destiné au choix du premier candidat, le nombre des votants étant 41,

M. Arnaud (1) obtient . . . . . 35 suffrages  
M. Maquenne obtient . . . . . 5

Au second tour de scrutin, destiné au choix du second candidat, le nombre des votants étant 40,

M. Maquenne obtient . . . . . 40 suffrages

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

*En première ligne.* . . . . . **M. ARNAUD**  
*En seconde ligne.* . . . . . **M. MAQUENNE**

### MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **TOURNEUR** adresse une Note relative à un « manomètre d'usine ».  
(Commissaires : MM. Maurice Lévy, Haton de la Goupillière.)

M. **A. CHABROL** adresse une nouvelle Note relative à son appareil destiné au service des gares, pour connaître la vitesse ou les arrêts des trains en marche.  
(Renvoi à la Section de Mécanique.)

---

(1) C'est par erreur que, dans la présentation de la Section de Chimie, faite en Comité secret dans la séance précédente (p. 426), on a imprimé *M. Arnoult*; c'est *M. Arnaud* qu'il faut lire.

( 451 )

**M. LEFÈVRE** adresse une nouvelle Note concernant son télégraphe imprimant.

( Renvoi à la Commission précédemment nommée. )

**MM. A. ROUJOU** et **G. PRADIER** adressent une Note relative à divers instruments destinés à la transmission des vibrations sonores, par des courants électriques actionnant des électro-aimants.

( Commissaires : **MM. Cornu, Mascart.** )

**M. TH. BURGAL** adresse une Note relative aux lois de l'attraction universelle.

( Renvoi à la Section d'Astronomie. )

**M. CH. PUJO** demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé par lui le 1<sup>er</sup> juillet 1889 et inscrit sous le n<sup>o</sup> 4422. Ce pli, ouvert en séance par **M. le Secrétaire perpétuel**, contient une Note relative à un traitement des vignes phylloxérées, par l'ichthyol et ses dérivés.

( Renvoi à la Commission du Phylloxera. )

**M. AUBERT** adresse pour le concours de Statistique, par l'entremise de **M. Larrey**, un Mémoire manuscrit portant pour titre : « Topographie médicale de la ville de Bourg-en-Bresse ».

( Renvoi au concours de Statistique. )

### **CORRESPONDANCE.**

**M. LÉAUTÉ** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place vacante dans la Section de Mécanique, par suite du décès de **M. Phillips**.

( Renvoi à la Section de Mécanique. )

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète Luther* (1890), faites à l'observatoire de Paris (équatorial de l'observatoire de l'Est); par M<sup>lre</sup> D. KLEMPKE. Communiquées par M. Mouchez.

| Dates<br>1890. | Étoiles<br>de<br>comparaison.    | Grand. | Planète-Étoile. |             | Nombre<br>de<br>compar. |
|----------------|----------------------------------|--------|-----------------|-------------|-------------------------|
|                |                                  |        | R.              | Différence. |                         |
| Févr. 27.      | 2189 BD - 15° 237 W <sub>1</sub> | 8,7    | - 1.11.06       | 0           | 1                       |
| 27.            | "                                | "      | "               | - 16.9      | 5                       |
| 28.            | 2187 BD - 15                     | 9,5    | - 59.17         | - 1.59.8    | 21.12                   |

*Positions des étoiles de comparaison.*

| Dates<br>1890. | *                                 | Ascension droite<br>moyenne<br>1890. | Réduction<br>au<br>jour. | Déclinaison<br>moyenne<br>1890. | Réduction<br>au<br>jour. | Autres.                        |
|----------------|-----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| Févr. 27.      | 237 W <sub>1</sub>                | 10.13.47,04                          | 0,79                     | 15.13.42,5                      | - 3,8                    | Weisse <sub>2</sub>            |
| 28.            | 2187 BD - 15                      | 10.13.20,25                          | 0,79                     | 15.21.32,8                      | - 3,8                    | Rapportée à 228 W <sub>1</sub> |
|                | 2188 BD - 15 = 228 W <sub>2</sub> | 10.13.21,96                          | - 0,79                   | - 15.13.10,7                    | - 3,8                    | Weisse <sub>2</sub>            |

*Positions apparentes de la planète.*

| Dates.<br>1890. | Temps moyen<br>de<br>Paris. | Ascension<br>droite<br>apparente. | Log. fact.<br>parall. | Déclinaison<br>apparente. | Log. fact.<br>parall. |
|-----------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|
| Févr. 27.....   | 15.10.39                    | 10.14.58,89                       | 7,566                 | "                         | "                     |
| 27.....         | 15.29.39                    | "                                 | "                     | - 15.14.29,6              | 0,750                 |
| 28.....         | 10. 7.15                    | 10.14.20,21                       | 7,197 <sub>n</sub>    | - 15.19.29,3              | 0,701                 |

» 27 février. — Ciel fort nuageux, suivi d'une belle éclaircie, de trop courte durée, toutefois, pour pouvoir faire une observation complète.

» Les 3 et 4 mars, l'étoile 2187 BD - 15° a été rapportée à 228 W<sub>2</sub>. A cause des nuages, on n'a pu faire qu'un petit nombre de comparaisons :

|   | Nombre<br>de<br>comparaisons. |
|---|-------------------------------|
| 3 mars, par angles de position et distances.....                  | 8.8 fils fins, champ éclairé  |
| 4 mars, par différences d'ascension droite et de déclinaison..... | 7,7 " "                       |



MAGNÉTISME. — *Sur l'aimantation transversale des conducteurs magnétiques.*  
 Note de M. PAUL JANET, présentée par M. Poincaré.

« Lorsqu'un conducteur dans lequel circule un système quelconque de courants électriques est formé, en tout ou en partie, d'une substance magnétique, il s'aimante sous l'influence des forces non conservatives dont nous avons étudié les principales propriétés dans une précédente Communication (1). Je désignerai, pour abrégé, sous le nom d'*aimantation transversale* cette aimantation induite de seconde espèce.

» *Équations générales de l'aimantation transversale induite.* — 1° Lorsque le coefficient d'aimantation  $k$  est constant, on démontre sans peine le théorème suivant : *Le magnétisme transversal induit est purement superficiel.*

» C'est la généralisation d'un théorème bien connu. Il en résulte que, en appelant  $\Omega$  le potentiel du magnétisme induit,  $F_n$  la composante normale de la force non conservative en un point de la surface, l'équation qui définit  $\Omega$  est

$$\Omega = k \int \frac{1}{r} \frac{d\Omega}{dn} dS - k \int \frac{1}{r} F_n dS.$$

» Cette équation peut se ramener à celle de l'aimantation induite de première espèce, en remarquant que la fonction  $V = -k \int \frac{1}{r} F_n dS$  est un potentiel ; et, en posant  $\Omega - V = \Omega'$ , il vient

$$\Omega' = k \int \frac{1}{r} \frac{d\Omega'}{dn} dS + k \int \frac{1}{r} \frac{dV}{dn} dS.$$

La belle méthode de C. Neumann pour trouver  $\Omega'$  s'applique immédiatement.

» 2° Si  $k$  n'est pas constant, les deux équations solénoïdales qui expriment la conservation du flux d'induction donnent immédiatement les équations aux dérivées partielles qui définissent  $\Omega$ .

» *Application aux cylindres quelconques.* — La force électromagnétique, en un point d'un cylindre quelconque parcouru par un courant dans le sens de sa longueur, est égale et perpendiculaire à la force newtonienne en

(1) *Comptes rendus*, t. CX, p. 336.

ce point. Soit  $ds$  un élément d'arc de la section droite. L'équation générale devient

$$\Omega = -2k \int \log r \frac{d\Omega}{dn} ds = 2k \int \log r F_n ds.$$

$\Omega$  n'étant plus fonction que des deux variables  $x$  et  $y$ .

» Soient  $H$  le potentiel vecteur en un point,  $\Psi$  la fonction conjuguée de  $\Omega$  en ce point. L'équation des lignes d'aimantation est

$$(1) \quad H = \Psi + C.$$

» *Application au cylindre elliptique.* — L'intégrale  $\int \log r F_n ds$  s'effectue en posant

$$\cos \theta + i \sin \theta = z,$$

$\theta$  étant l'anomalie d'un point de l'ellipse. L'équation générale devient (pour un courant de densité 1)

$$\Omega = -2k \int \log r \frac{d\Omega}{dn} ds = k\mu xy,$$

$\mu$  étant une certaine constante.

» On satisfait à cette équation en posant

$$\Omega = vxy,$$

$v$  étant une autre constante. On en déduit le théorème suivant : *La densité superficielle du magnétisme libre, en un point de la surface du cylindre elliptique aimanté transversalement, est égale à la densité qu'aurait en ce point une couche d'électricité négative en équilibre, multipliée par le produit des coordonnées de ce point.*

» Il en résulte que le cylindre est partagé en quatre quadrants, alternativement positifs et négatifs; l'observateur d'Ampère, placé suivant l'axe du cylindre et regardant dans la direction du grand axe de l'ellipse, voit à sa gauche et en face les régions positives (magnétisme austral).

» Ces dernières conséquences sont entièrement vérifiées par l'expérience sur l'aimantation transversale résiduelle de cylindres elliptiques en acier : c'est le premier exemple d'une aimantation *apparente* produite par un champ non conservatif.

» Les lignes d'aimantation données par l'équation (1) sont des ellipses semblables, moins aplaties que le cylindre.

» *Application au tube cylindrique à sections elliptiques homofocales.* --- Une méthode analogue à la précédente permet encore de trouver dans ce cas, sous forme explicite, la fonction  $\Omega$ , potentiel du magnétisme induit. »

OPTIQUE. — *Sur la localisation des franges d'interférence produites par les miroirs de Fresnel.* Note de M. CHARLES FABRY, présentée par M. Lippmann.

« Les franges produites par les miroirs de Fresnel, dans les conditions où on les observe habituellement (faute de miroirs verticaux, l'axe optique de l'appareil d'observation étant dans le plan horizontal qui passe par le milieu de la fente), sont visibles en tout point de la partie commune aux deux faisceaux réfléchis. Ce sont là, en réalité, des conditions exceptionnelles en dehors desquelles il y a, en général, localisation.

» Pour qu'une frange ait, en un point M du champ, le maximum de netteté, il faut que la différence de marche des couples d'ondes envoyées au point M par les différents points de la source (que nous supposons réduits à une fente) soit la même (1).

» En exprimant que cette condition est satisfaite, on trouve une équation qui permet de déterminer, pour chaque position du point M, les positions de la fente pour lesquelles ce point est sur une frange nette. Le résultat n'a de signification physique que si les différents points de la fente envoient effectivement deux ondes au point M, ce qui restreint les limites entre lesquelles les conséquences de la théorie peuvent être soumises au contrôle de l'expérience. Je me bornerai à indiquer les résultats du calcul, résultats que l'expérience vérifie complètement.

» Si l'on se donne la position du point milieu C de la fente, pour chaque position du point M, la fente doit être contenue dans un certain plan R qui contient la bissectrice des rayons envoyés par le point C au point M par réflexion sur les deux miroirs. La fente pouvant tourner autour de son centre, en restant dans le plan S de la plaque métallique qui la porte, il faudra, pour rendre les franges nettes au point M, amener la fente à coïn-

---

(1) Ce principe est identique à celui qui a été appliqué par M. Macé de Lépinay à l'étude des franges des lames minces isotropes (*Comptes rendus*, t. CIX, p. 893; 9 décembre 1889).

cider avec la trace du plan R sur le plan S. Je supposerai, pour arranger le langage, que l'intersection des plans des miroirs est verticale.

» I. Les miroirs ne sont pas en retrait l'un sur l'autre ( la frange centrale est observable ).

» 1° Le plan S, dans lequel la fente peut tourner, est vertical.

» Si le point M est dans le plan horizontal passant par le milieu C de la fente, celle-ci doit être verticale, quelle que soit la position du point M dans ce plan. Toutes les franges seront visibles et à toute distance.

» Si le point M est à une hauteur différente, l'orientation de la fente dépend de la frange sur laquelle il se trouve. Par suite, si l'on observe en inclinant l'axe optique de l'appareil d'observation, on ne pourra plus voir nettement toutes les franges contenues dans le champ. Lorsque le point M est au-dessus du point C ( l'axe optique étant, par suite, incliné vers le bas ), la région des franges nettes se déplacera de droite à gauche lorsque l'observateur fera tourner la fente d'une petite quantité dans le sens des aiguilles d'une montre.

» Le sens du mouvement serait inverse si M était au-dessous de C. L'expérience vérifie complètement ces résultats du calcul.

» 2° Le plan dans lequel peut tourner la fente n'est pas vertical.

» Le même phénomène de localisation des franges dans le champ se produit alors même que l'axe optique reste horizontal. Le phénomène est particulièrement net si l'on a soin de placer la fente à une petite distance des miroirs.

» II. L'un des miroirs est en retrait sur l'autre ( on observe des franges d'ordre élevé ).

» Les résultats du calcul deviennent plus compliqués. Je supposerai que le plan dans lequel peut tourner la fente est vertical.

» 1° Si l'on vise d'abord dans le plan horizontal passant par le milieu de la fente, et que l'on rende les franges nettes, il suffira d'observer une région située à une hauteur un peu différente pour voir les franges se troubler. On pourra rétablir la netteté par une petite rotation de la fente.

» 2° Si l'on observe dans une direction suffisamment inclinée, l'orientation de la fente qui rend les franges nettes dépend de la distance du point visé à l'image de la fente. Il suffit de pointer successivement à différentes distances, sans déplacer l'axe optique, pour voir les franges se troubler. On les rétablira par une petite rotation de la fente. Les déplacements ont lieu, comme dans les cas précédents, dans le sens prévu par la théorie.

» Ces premiers résultats paraissent établir une analogie plus complète qu'on n'est tenté de le penser entre les divers modes de production des franges d'interférence; les différences qu'ils présentent semblent, en effet, tenir aux conditions, en quelque sorte exceptionnelles, dans lesquelles on se place habituellement pour observer chaque phénomène particulier. Ce qui vient à l'appui de cette manière de voir, c'est que nous avons pu, M. Macé de Lépinay et moi-même, réaliser des franges des lames minces *visibles à toute distance*, tout à fait analogues par suite aux franges des miroirs ou des prismes, telles qu'on les observe ordinairement. Ces derniers faits feront l'objet d'une prochaine Communication (1). »

PHYSIQUE. — *Recherches sur la dispersion des dissolutions aqueuses.* Note de MM. PH. BARBIER et L. ROUX, présentée par M. Friedel.

« Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie quelques-uns des résultats obtenus dans nos recherches sur le pouvoir dispersif des dissolutions aqueuses.

» Nous rappellerons ici que nous prenons le coefficient B de la formule de Cauchy réduite à deux termes, comme expression du *pouvoir dispersif*; nous représentons le *pouvoir dispersif spécifique* par le rapport  $\frac{B}{d}$ , d étant la densité de la dissolution à la température de l'observation.

» I. *Variation du pouvoir dispersif avec la concentration.* — Un grand nombre d'expériences, effectuées avec des substances très diverses, nous ont montré que le pouvoir dispersif des dissolutions aqueuses est une fonction simple de la concentration. C'est ce qui résulte du Tableau suivant, dans lequel p représente la quantité de matière anhydre contenue dans 1<sup>lit</sup> de chaque dissolution :

|                       |                |                    |                     |                   |                   |                     |   |
|-----------------------|----------------|--------------------|---------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---|
|                       | $p$ .....      | 80 <sup>gr</sup>   | 100 <sup>gr</sup>   | 150 <sup>gr</sup> | 200 <sup>gr</sup> | 311,5 <sup>gr</sup> | » |
| Chlorure de sodium.   | B (observé)... | 0,372              | 0,379               | 0,393             | 0,408             | 0,440               | » |
|                       | B (calculé)... | ★                  | 0,378               | 0,393             | 0,408             | ★                   | » |
|                       | $p$ .....      | 74,5 <sup>gr</sup> | 111,7 <sup>gr</sup> | 149 <sup>gr</sup> | 186 <sup>gr</sup> | 298 <sup>gr</sup>   | » |
| Chlorure de potassium | B (observé)... | 0,365              | 0,373               | 0,380             | 0,389             | 0,414               | » |
|                       | B (calculé)... | ★                  | 0,374               | 0,380             | 0,390             | ★                   | » |

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Marseille.

|                       |                   |                   |                   |                   |                   |                                     |
|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------------------------|
| Chlorure de baryum    | $p$ . . . . .     | 10 <sup>gr</sup>  | 156 <sup>gr</sup> | 208 <sup>gr</sup> |                   |                                     |
|                       | B (observé) . . . | 0,370             | 0,382             | 0,395             | *                 | *                                   |
|                       | B (calculé) . . . | *                 | 0,382             | *                 | *                 | *                                   |
| Bromure de baryum.    | $p$ . . . . .     | 133,8             | 267,6             | 401,4             | 535,2             |                                     |
|                       | B (observé) . . . | 0,384             | 0,421             | 0,472             | 0,522             |                                     |
|                       | B (calculé) . . . | *                 | 0,421             | 0,471             | *                 | *                                   |
| Iodure de cadmium.    | $p$ . . . . .     | 98,8              | 197,7             | 296,5             | 395,3             |                                     |
|                       | B (observé) . . . | 0,400             | 0,453             | 0,503             | 0,558             |                                     |
|                       | B (calculé) . . . | *                 | 0,453             | *                 | 0,555             | *                                   |
| Nitrate de plomb.     | $p$ . . . . .     | 100 <sup>gr</sup> | 200 <sup>gr</sup> | 300 <sup>gr</sup> | 400 <sup>gr</sup> |                                     |
|                       | B (observé) . . . | 0,378             | 0,409             | 0,440             | 0,471             |                                     |
|                       | B (calculé) . . . | *                 | 0,409             | 0,440             | *                 | *                                   |
| Hydrate de chloral.   | $p$ . . . . .     | 100 <sup>gr</sup> | 200 <sup>gr</sup> | 300 <sup>gr</sup> | 400 <sup>gr</sup> | 500 <sup>gr</sup> 600 <sup>gr</sup> |
|                       | B (observé) . . . | 0,359             | 0,372             | 0,388             | 0,401             | 0,415 0,429                         |
|                       | B (calculé) . . . | *                 | 0,373             | 0,387             | 0,401             | 0,415 *                             |
| Sucre.                | $p$ . . . . .     | 100 <sup>gr</sup> | 200 <sup>gr</sup> | 400 <sup>gr</sup> | 500 <sup>gr</sup> | 600 <sup>gr</sup>                   |
|                       | B (observé) . . . | 0,355             | 0,367             | 0,389             | 0,397             | 0,406                               |
|                       | B (calculé) . . . | 0,357             | *                 | 0,387             | *                 | 0,407                               |
| Acide citrique.       | $p$ . . . . .     | 91,4              | 274,3             | 365,7             | 457               | " "                                 |
|                       | B (observé) . . . | 0,359             | 0,385             | 0,398             | 0,409             | " "                                 |
|                       | B (calculé) . . . | *                 | 0,383             | 0,397             | *                 | " "                                 |
| Chlorhydrat d'aniline | $p$ . . . . .     | 60 <sup>gr</sup>  | 80 <sup>gr</sup>  | 100 <sup>gr</sup> | 200 <sup>gr</sup> | 300 <sup>gr</sup> 400 <sup>gr</sup> |
|                       | B (observé) . . . | 0,381             | 0,390             | 0,407             | 0,464             | 0,524 0,585                         |
|                       | B (calculé) . . . | *                 | 0,393             | 0,405             | 0,464             | 0,524 *                             |

» Si l'on trace à l'aide des nombres précédents la courbe des valeurs de B en fonction de  $p$ , on remarque que, pour chaque substance, les points obtenus se répartissent sur des lignes droites.

» En prenant pour calculer les équations de ces droites les valeurs marquées d'une étoile (\*) dans le Tableau ci-dessus, on obtient par le calcul des valeurs de B qui s'écartent fort peu des valeurs observées.

» Il en résulte que, si l'on représente par  $p$  le poids de substance anhydre contenue dans l'unité de volume de la dissolution, on a entre  $p$  et le pouvoir dispersif B la relation

$$B = Kp + b.$$

» On remarquera que les solutions examinées renferment des quantités de matière solide variant depuis la saturation jusqu'à une teneur de 80<sup>gr</sup> à 100<sup>gr</sup> au litre.

» Mais la loi simple que nous signalons ne pourrait pas s'appliquer aux dissolutions très étendues.

» Sans nous arrêter, pour le moment, au cas des solutions très diluées, nous présenterons seulement les conclusions suivantes relatives aux dissolutions concentrées :

» 1° En résolvant les équations des différentes droites représentant le pouvoir dispersif en fonction de la concentration, on remarque que la valeur de  $b$ , c'est-à-dire l'ordonnée à l'origine, est sensiblement égale à la valeur du pouvoir dispersif de l'eau.

» 2° Donc, à partir d'une certaine concentration jusqu'à la limite de solubilité, l'excès du pouvoir dispersif  $B$  d'une dissolution sur le pouvoir dispersif  $b$  de l'eau est proportionnel à la quantité dissoute, et l'on a

$$B - b = Kp,$$

$K$  ayant une valeur déterminée qui devient une caractéristique de chaque corps.

» II. *Variation du pouvoir dispersif spécifique avec la concentration.* — Si l'on étudie la variation du pouvoir dispersif spécifique  $\frac{B}{d}$  avec la concentration, on observe :

» 1° Que la valeur du rapport  $\frac{B}{d}$  varie très peu avec la concentration, comme le montrent les deux exemples suivants pris dans une très nombreuse série d'observations :

|                         |                     |                       |                       |                       |
|-------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Chlorure de potassium.. | $p \dots$           | 74 <sup>gr</sup> , 5  | 186 <sup>gr</sup>     | 298 <sup>gr</sup>     |
|                         | $\frac{B}{d} \dots$ | 0,349                 | 0,352                 | 0,353                 |
| Bromure de baryum...    | $p \dots$           | 267 <sup>gr</sup> , 6 | 445 <sup>gr</sup> , 9 | 624 <sup>gr</sup> , 3 |
|                         | $\frac{B}{d} \dots$ | 0,345                 | 0,342                 | 0,340                 |

» 2° Que sa valeur moyenne paraît à peu près constante pour les différents corps que nous avons examinés :

|                         |                       |                        |                       |                         |                       |
|-------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|
| Chlorure de potassium.  | $\frac{B}{d} = 0,351$ | Bromure de baryum....  | $\frac{B}{d} = 0,342$ | Acétate de potassium... | $\frac{B}{d} = 0,340$ |
| Chlorure de sodium....  | 0,357                 | Nitrate de plomb.....  | 0,351                 | Acétate de sodium.....  | 0,349                 |
| Chlorure de magnésium.  | 0,383                 | Nitrate d'argent.....  | 0,339                 | Hydrate de chloral....  | 0,341                 |
| Chlorure de calcium ... | 0,386                 | Sulfate de magnésium.. | 0,314                 | Sucre.....              | 0,340                 |
| Chlorure de strontium . | 0,343                 | Sulfate de manganèse.. | 0,310                 | Urée.....               | 0,396                 |
| Bromure de strontium .  | 0,355                 | Sulfate ferreux.....   | 0,327                 |                         |                       |

» A la vérité, certaines dissolutions *très dispersives*, comme celles d'iodure de cadmium ou de chlorhydrate d'aniline, conduisent à des valeurs un peu différentes. Mais ces variations ne sont pas suffisamment accentuées pour qu'on ne puisse admettre, au moins comme première approximation, que le pouvoir dispersif  $\frac{B}{d}$  des dissolutions est une quantité sensiblement constante (1). »

CHIMIE. — *Sur la densité de vapeur des chlorures de sélénium.*

Note de M. C. CHABRIÉ, présentée par M. Friedel.

« Pour prendre la densité de vapeur du tétrachlorure de sélénium, j'ai voulu préparer ce corps dans un état de pureté absolue. Berzélius (2) l'obtient en faisant passer du chlore à froid sur le sélénium ; mais le corps ainsi formé, même après sublimation, ne donne que des cristaux opaques, très petits et peu nets.

» J'ai repris ce chlorure et je l'ai soumis à l'action d'un courant de chlore soigneusement desséché, dans un tube en verre de Bohême que j'ai ensuite fermé à la lampe à ses deux extrémités. Le tube, contenant le tétrachlorure ainsi séché et en contact avec l'atmosphère de chlore, a été chauffé à 190°-200°, pendant dix ou quinze heures, à l'une de ses extrémités, l'autre étant soumise à une chaleur moindre. J'ai obtenu, à l'extrémité relativement froide, de beaux cristaux de tétrachlorure longs de plusieurs millimètres, très brillants. C'est par ce même procédé que M. Friedel a réussi à faire cristalliser le chlorure d'aluminium en magnifiques cristaux.

» J'ai pris la densité de vapeur du chlorure  $\text{SeCl}_4$  à 360°, dans une atmosphère d'azote, par la méthode de M. V. Meyer. La densité calculée pour 2 volumes serait 7,67 ; pour 4 volumes elle serait 3,84.

» On a trouvé :

|        | I.                  | II.                  |
|--------|---------------------|----------------------|
| P..... | 0,0826              | 0,0716               |
| H..... | 745 <sup>mm</sup>   | 757 <sup>mm</sup> ,5 |
| h..... | 11 <sup>mm</sup> ,4 | 13 <sup>mm</sup> ,1  |
| t..... | 13°,4               | 15°,5                |
| V..... | 18 <sup>cc</sup>    | 15 <sup>cc</sup> ,7  |

(1) Faculté des Sciences de Lyon, laboratoire de Chimie générale.

(2) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 2<sup>e</sup> série, t. IX, p. 335.

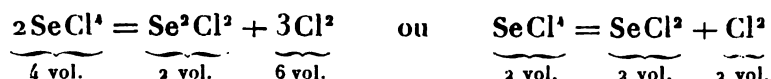


( 461 )

» Ce qui donne pour les densités de vapeur correspondantes :

$$D_1 = 3,86, \quad D_n = 3,86.$$

» Il faut donc qu'on ait



» Mais comme je n'ai pas pu obtenir  $\text{SeCl}^2$  par combinaison directe de  $\text{Se}^2\text{Cl}^2$  et de  $\text{SeCl}^4$ , en tube scellé, et qu'il n'a pas été décrit, je pense que la première équation est la seule conforme aux faits.

» Dans un travail publié il y a six ans, MM. Evans et Ramsay <sup>(1)</sup> étaient arrivés à d'autres conclusions. Ces chimistes, qui ont étudié avec beaucoup de soin les densités de vapeur du chlorure  $\text{SeCl}^4$  entre  $180^\circ$  et  $350^\circ$ , ont émis l'opinion que ce composé, en se dissociant, donne naissance à du sélénium et à du chlore libres, en se fondant sur le manque de stabilité du chlorure  $\text{Se}^2\text{Cl}^2$  à haute température.

» Mais j'ai fait quelques expériences qui me confirment dans l'idée de la formation du sous-chlorure comme produit de la dissociation du tétrachlorure.

» J'ai plongé brusquement dans un bain d'huile à  $300^\circ$  un long tube à essai contenant le chlorure  $\text{SeCl}^4$ . S'il se forme du chlore et un produit volatil sélénié moins riche en chlore, ils se recombineront dans les parties froides du tube; c'est ce qui arrive. S'il se forme du sélénium et du chlore, ce dernier se dégagera; le sélénium, qui ne distille qu'à  $665^\circ$ , d'après les déterminations de M. Troost <sup>(2)</sup>, restera au fond du tube; or il n'y a pas de sélénium libre dans cette expérience.

» Il restait à voir si le chlorure  $\text{Se}^2\text{Cl}^2$  était en réalité totalement dissocié en sélénium et chlore à haute température, comme le disent MM. Evans et Ramsay.

» En plongeant dans le même bain d'huile à  $300^\circ$  une cornue contenant du sous-chlorure  $\text{Se}^2\text{Cl}^2$ , j'ai constaté que la majeure partie de ce corps distille sans décomposition. Il se forme, il est vrai, du sélénium et du chlore qui donnent du chlorure  $\text{SeCl}^4$  avec le sous-chlorure entraîné;

---

<sup>(1)</sup> *Transactions of chemical Society*, t. XLV, p. 63.

<sup>(2)</sup> *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1508. — *Encyclopédie chimique* de M. Fremy, t. I, p. 486.

mais, loin de pouvoir admettre que cette décomposition soit totale, elle me paraît au contraire accessoire.

» Voici les résultats que j'ai trouvés pour la densité de vapeur de  $\text{Se}^2\text{Cl}^2$  à  $36^\circ$  :

|        | I.                  | II.                 |
|--------|---------------------|---------------------|
| P..... | 0,1056              | 0,0711              |
| H..... | 756 <sup>mm</sup>   | 755 <sup>mm</sup>   |
| h..... | 16 <sup>mm</sup> ,3 | 16 <sup>mm</sup> ,3 |
| t..... | 18°,6               | 18°,5               |
| V..... | 11 <sup>cc</sup> ,6 | 7 <sup>cc</sup> ,4  |

ce qui donne  $D_1 = 7,74$ ,  $D_{II} = 8,19$ . La densité calculée est 7,95.

» J'ai pris aussi la densité du corps liquide restant dans le tube scellé où j'avais mélangé les deux chlorures  $\text{Se}^2\text{Cl}^2$  et  $\text{SeCl}^4$ ; ce liquide est bien du sous-chlorure inaltéré. En effet, j'ai pris sa densité de vapeur, à  $36^\circ$ , dans les mêmes conditions que pour les autres :

|        |                       |
|--------|-----------------------|
| P..... | 0 <sup>cc</sup> ,0568 |
| H..... | 759 <sup>mm</sup>     |
| h..... | 19 <sup>mm</sup> ,7   |
| t..... | 23°                   |
| V..... | 6 <sup>cc</sup> ,00   |

ce qui donne  $D = 8,13$ .

» Il est à remarquer que le chlorure de sélénium  $\text{SeCl}^4$  subit, à la température de  $36^\circ$ , la même décomposition en sous-chlorure et en chlore libre qu'il subit lorsqu'on le mêle à un carbure liquide gras ou aromatique avec lequel il donne des chlorures, comme je l'ai montré (1). »

#### CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de l'érythrite.*

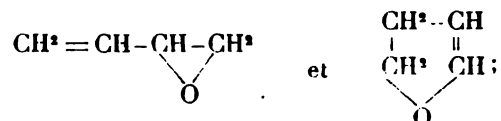
Note de MM. E. GRIMAUX et Ch. CLOEZ.

« *Hydrofurfurane.* — Parmi les nombreux produits que Henninger a dérivés de l'érythrite dans ses belles recherches sur l'action réductrice de l'acide formique, l'un, l'hydrofurfurane  $\text{C}^4\text{H}^6\text{O}$ , présente un intérêt particulier en raison de ses relations avec le furfurane. La constitution de ce corps n'est pas encore établie, et l'on ne sait pas exactement par quel

(1) *Comptes rendus*, séance du 29 juillet 1889. — Travail fait au laboratoire de M. Friedel.

mécanisme il dérive de l'érythrite; ce sont ces deux points que nous avons cherché à élucider par des transformations de l'hydrofurfurane.

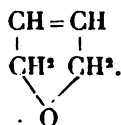
» On a représenté ce corps par les formules



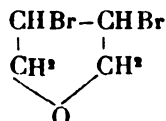
mais aucune d'elles ne concorde ni avec l'origine, ni avec les propriétés de l'hydrofurfurane.

» Celui-ci, en effet, qui dérive de la monofurmine de l'érythrite par perte de  $\text{CO}^2$  et  $\text{H}^2\text{O}$ , ne s'unit à  $200^\circ$  ni avec l'eau, ni avec l'anhydride acétique; par l'action du perchlorure de phosphore, il se transforme en furfurane.

» Les faits connus nous portent plutôt à représenter le furfurane par la formule

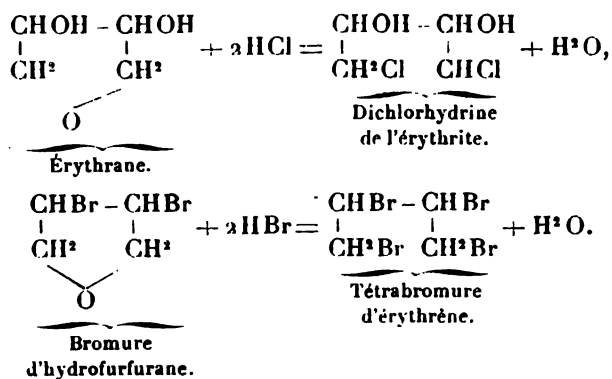


» Si elle est exacte, le produit d'addition dibromuré serait



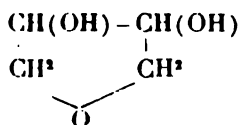
et constituerait l'éther dibromhydrique de l'érythrane.

» Comme celle-ci, par l'action de l'acide chlorhydrique, se convertit en dichlorhydrine de l'érythrite, le bromure d'hydrofurfurane devrait avec l'acide bromhydrique donner le tétrabromure d'érythrène :



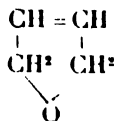
» L'expérience a confirmé cette prévision : on a préparé du bromure d'hydrofurfurane suivant les indications d'Henninger, et on l'a chauffé avec un excès d'acide bromhydrique fumant, en tubes scellés, pendant six heures, à la température de 110°. Le produit solide de la réaction a été repris par l'alcool bouillant et s'est déposé par refroidissement en cristaux présentant l'aspect, le point de fusion 115° et la solubilité dans l'alcool du tétra-bromure d'érythrène C<sup>4</sup>H<sup>6</sup>Br<sup>4</sup>.

» La formule que nous présentons pour l'hydrofurfurane est confirmée par une autre réaction, son obtention au moyen de l'érythrane C<sup>4</sup>H<sup>8</sup>O<sup>2</sup>. Celle-ci étant représentée par la formule



nous avons pensé qu'elle se comporterait avec l'acide formique comme un glycol, pour perdre les deux groupes OH et donner l'hydrofurfurane. C'est, en effet, ce que nous avons observé. L'érythrane, préparée suivant les indications d'Henninger, a été chauffée au réfrigérant ascendant, pendant six heures, avec de l'acide formique cristallisable (érythrane, 10<sup>gr</sup>; acide formique, 25<sup>gr</sup>); puis le mélange a été distillé à feu nu. Le produit ayant été distillé de nouveau a fourni, avant 100°, un liquide n'ayant pas encore de point d'ébullition constant, mais qui paraissait être l'hydrofurfurane. Pour l'identifier avec celle-ci, nous l'avons additionné de brome, et nous avons obtenu un corps bromé, distillant dans le vide à 110°-115° sous 40<sup>mm</sup>, cristallisant à basse température, et fusible entre 7° et 10° comme le bromure d'hydrofurfurane auquel nous l'avons comparé. Nous avons confirmé l'identité de ce corps avec le bromure d'hydrofurfurane par un dosage de brome. Cette dernière expérience prouve que l'hydrofurfurane ne dérive pas directement de l'érythrite; mais de son anhydride, l'érythrane, fonctionnant comme alcool diatomique. Pour l'obtenir, il est donc plus avantageux de préparer d'abord l'érythrane, puis de soumettre celle-ci à l'action réductrice de l'acide formique.

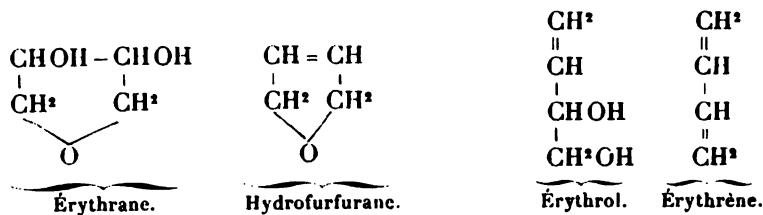
» Les faits précédents nous semblent démontrer la constitution de l'hydrofurfurane; la formule



s'accorde, en outre, avec la transformation de ce corps en iodure de butyle secondaire  $\text{CH}^3\text{CH}^2\text{CHICH}^3$  réalisée par Henninger.

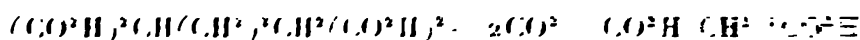
» *Bromhydrines de l'érythrite.* — La théorie fait prévoir quatre dibromhydrines de l'érythrite  $\text{C}^6\text{H}^8\text{O}^2\text{Br}^2$  : nous avons obtenu l'une d'elles, le *bromure d'érythrol*  $\text{CH}^2\text{BrCHBr}-\text{CHOH}-\text{CH}^2\text{OH}$ , en ajoutant une solution de brome dans le chloroforme à une solution chloroformique d'érythrol  $\text{CH}^2=\text{CH}-\text{CHOH}-\text{CH}^2\text{OH}$  et abandonnant les solutions à l'évaporation spontanée. Le bromure d'érythrol se sépare en cristaux durs, volumineux, formés de tables hexagonales très solubles dans l'alcool, l'éther et le chloroforme, fondant à  $81^{\circ}-82^{\circ}$ .

» Une autre bromhydrine, qui paraît être  $\text{CH}^2\text{BrCHOHCHOHCH}^2\text{Br}$ , a été obtenue par M. Champion dans l'action de l'acide bromhydrique sur l'érythrite. Nous avons préparé de nouveau cette bromhydrine, en chauffant l'érythrite avec dix fois son poids d'acide bromhydrique fumant, à  $100^{\circ}$  pendant cent vingt heures, ou à  $120^{\circ}$  pendant dix-huit heures. Les matras renferment un produit noir, insoluble dans l'acide bromhydrique, qu'on sépare par filtration, et l'on distille la solution bromhydrique dans le vide. Le résidu est repris par le chloroforme, d'où la dibromhydrine se sépare sous forme de petites tables nacrées, fusibles à  $135^{\circ}$ . (Champion indique  $130^{\circ}$ .) Quant au résidu insoluble dans l'acide bromhydrique, il a été repris par l'alcool bouillant et a donné des cristaux peu solubles à froid, fondant à  $114^{\circ}$ , et présentant l'aspect du tétrabromure d'érythrine ; mais ce corps paraît renfermer un peu d'une tribromhydrine, car il fournit à l'analyse un peu moins de brome que n'en exige la formule du tétrabromure  $\text{C}^4\text{H}^6\text{Br}^4$ . Les corps obtenus par Henninger dans la réduction de l'érythrite nous semblent donc devoir être représentés par les formules suivantes :



CHIMIE ORGANIQUE. *Dérivés de l'heptaméthylène*  
 Note de M. **МАРКОВНИКОВ**.

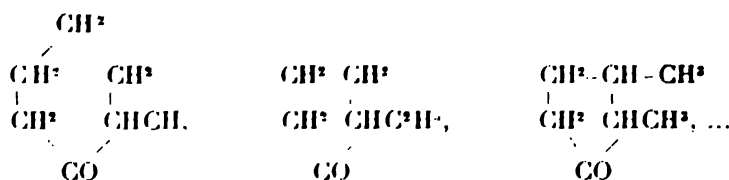
« Nous avons pris comme point de départ le subérone découvert par M. Boussingault et étudié par MM. Schorlemmer et Dahl (1). En traitant le subérone par l'acide azotique, ces chimistes ont obtenu l'acide pimélique, qu'ils regardent comme normal  $\text{CO}^2\text{H}(\text{CH}^2)_4\text{CO}^2\text{H}$ , ce qui a été confirmé par M. Perkins jun., qui obtint le même acide en partant de l'acide pentantétracarbonique, par la perte de  $\text{CO}^2$



« La structure du subérone, comme acétone avec une chaîne fermée, a été démontrée par le travail de M. Spiegel (2) qui, en y ajoutant  $\text{HCl}$ , obtint, d'après une méthode générale, l'acide  $\text{C}^7\text{H}^{13}$   $\begin{matrix} \text{OH} \\ | \\ \text{CO}^2\text{H} \end{matrix}$  et pas  $\text{C}^7\text{H}^{13}\text{CO}^2\text{H}$ . Il reste à connaître la structure du radical  $\text{C}^7\text{H}^{13}$ . MM. Schorlemmer et Dahl pensent que la formule



est peu probable pour le subérone; car, d'après eux, les récentes expériences démontrent que jamais plus de 6 atomes de C ne se forment en chaîne fermée (3); il reste à choisir entre



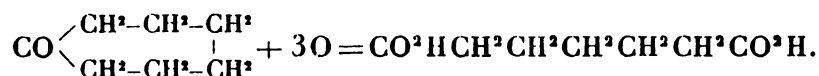
Cependant les dernières formules expliquent difficilement la formation de l'acide pimélique normal avec le subérone. Il faudrait admettre pour cela que, sous l'influence de l'acide azotique, il y a oxydation non seulement de

(1) *Liebig's Annal.*, t. CXCIX, p. 147. M. Berthelot a mis en évidence les analogies de ce corps avec le camphre, en tant que formant des dérivés semblables par oxydation. (*Annales de Chimie et de Physique*, 5<sup>e</sup> série, t. VI, p. 460.)

(2) *Liebig's Annal.*, t. CCXI, p. 117.

(3) *Liebig's Annal.*, t. CCXI, p. 118.

CH<sup>3</sup> et de CO transformés en CO<sup>2</sup>H, mais aussi *réduction du groupe CH* en CH<sup>2</sup>; tandis que la formule (1) rend compte de la formation de l'acide pimélique par la rupture de la chaîne près du carbonyle et par l'oxydation des atomes extrêmes de carbone en COOH.



» Contrairement aux observations de M. Spiegel, nous trouvâmes que le subérone C<sup>7</sup>H<sup>12</sup>O se réduit facilement en solution alcoolique par le sodium métallique et se transforme en son alcool C<sup>7</sup>H<sup>14</sup>O. Ce dernier est un liquide incolore, quelque peu épais, insoluble dans l'eau, d'une odeur différente de celle du subérone et rappelant la moisissure. Il bout à 184°-185° (Br = 741<sup>mm</sup>) et possède le poids spécifique de 0,9595;  $\frac{15^\circ}{15^\circ}$ . Il se combine facilement avec du carbanile, en formant des cristaux prismatiques; ces derniers, après une cristallisation répétée dans l'alcool faible, forment de longs prismes incolores, à quatre faces et fusibles à 85°. L'analyse a donné pour l'azote Az = 5,75 pour 100; la formule exige Az = 6,00 pour 100. C'est le *phénylsubéronyluréthane* CO  $\begin{array}{l} \text{AzHC}^6\text{H}^5 \\ \text{OC}^7\text{H}^{13} \end{array}$ .

» Les acides chlorhydrique et iodhydrique fumants dissolvent l'alcool et, après avoir été légèrement chauffés, l'eau dégage de cette dissolution du chlorure et de l'iodure de subéronyle, C<sup>7</sup>H<sup>13</sup>Cl et C<sup>7</sup>H<sup>13</sup>I. Le premier est plus léger que l'eau et distille sans décomposition, tandis que le dernier est plus dense et se décompose pendant la distillation. L'iodure réagit facilement avec une solution alcoolique de potasse, en formant l'hydrocarbure, C<sup>7</sup>H<sup>12</sup>, et une certaine quantité d'éther subéronyléthylique, C<sup>7</sup>H<sup>13</sup>OC<sup>2</sup>H<sup>5</sup>. Cet hydrocarbure, qu'on pourrait provisoirement nommer *subéronylène*, bout à 114°,5; son odeur, comme celle de tous les naphènes, est assez prononcée; il se combine énergiquement avec le brome et donne un liquide lourd, ayant une forte odeur de térébenthine. L'analyse a donné :

|                 | La formule C <sup>7</sup> H <sup>12</sup> exige : |       |
|-----------------|---|-------|
| C pour 100..... | 87,56   | 87,50 |
| H pour 100..... | 12,69   | 12,50 |

» Quand on chauffe l'alcool subéronylique avec 7<sup>vol</sup> d'acide iodhydrique du poids spécifique de 1,96, à 230°-250°, on obtient un hydrocarbure saturé C<sup>7</sup>H<sup>14</sup>, l'héptaméthylène, ayant comme point d'ébullition de 98° à 101° (corrigé) et une densité de 0,7791  $\frac{0^\circ}{0^\circ}$ . C'est un liquide incolore avec une

odeur faible de benzine pure. Le brome ne l'attaque pas à la température ordinaire; l'acide sulfurique, l'acide azotique rouge, ainsi que leur mélange, ne le dissolvent que très lentement.

» On sait que les hydrocarbures  $C^7H^{14}$  et  $C^7H^{12}$  avec le noyau  $C^7H^{12}$  réagissent facilement avec du brome, contenant des traces de bromure d'aluminium, en formant des dérivés bromés cristallisés. L'heptaméthylène n'offre pas cette réaction.

» Il est à remarquer que le point d'ébullition et la densité de l'heptaméthylène sont à peu près les mêmes que ceux de l'heptanaphtène, qui bout à  $100^{\circ}$ - $101^{\circ}$  et dont le poids spécifique =  $0,7788 \left( \frac{0^{\circ}}{0^{\circ}} \right)$ . Le point d'ébullition de l'hexahydrotolylène est, d'après M. Wreden,  $97^{\circ}$ , et le poids spécifique  $0,772 \left( \frac{0^{\circ}}{0^{\circ}} \right)$ . L'heptanaphtène ne donne pas non plus de cristaux avec du Br et  $AlBr^3$ .

» L'analyse de l'hydrocarbure a donné :

|                 | La formule exige. |       |       |
|-----------------|-------------------|-------|-------|
| C pour 100..... | 86,04             | 85,43 | 85,71 |
| H pour 100..... | 14,60             | 14,31 | 14,29 |

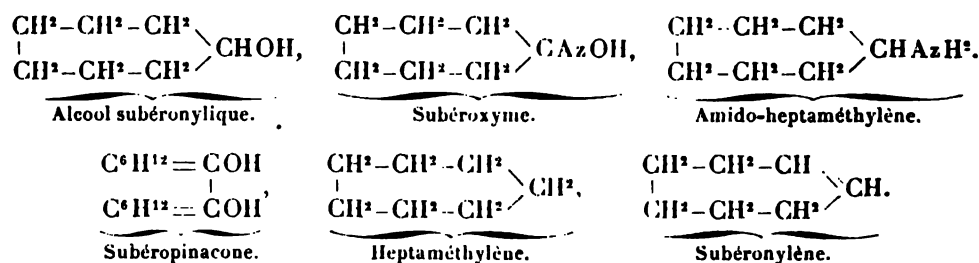
» Le subéroxyne, préparé avec l'hydroxylamine, se dissout dans l'acide chlorhydrique et en est dégagé de nouveau par un alcali, qui le dissout, en excès. Analyse : Az = 10,40; formule  $C^7H^{12}AzO = 11,02$ .

» Le subéroxyne se réduit facilement si on le traite dans une dissolution alcoolique par du sodium métallique. Le produit obtenu est l'amido-heptaméthylène,  $C^7H^{12}AzH^2$ , qui forme un liquide épais avec une forte odeur d'alcaloïdes volatils.

» Après deux cristallisations dans l'eau, le chloroplatinate contient 30,87 pour 100 de Pt. La formule exige : 30,61.

» Le subérone partage avec d'autres acétones la propriété de former pendant la réduction, outre l'alcool, un liquide d'un point d'ébullition élevé. C'est probablement la pinacone correspondante.

» Nous donnons ici les formules rationnelles des substances décrites :





CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la préparation et sur les propriétés de l'aricine.* Note de MM. H. MOISSAN et ED. LANDRIN.

« L'aricine a été découverte par Pelletier et Coriol, qui l'ont retirée d'écorces portant le nom de *quinquina de Cusco* ou d'*Arica*; ils regardèrent cette nouvelle substance comme étant un alcaloïde. L'aricine a été étudiée successivement par Wiggers, qui la considéra également comme l'alcaloïde d'un quinquina de Cusco; par Mansini, qui lui donna le nom de *cinchovatine*; par Winckler, qui démontra l'identité de cette base avec l'aricine; et enfin par Hesse. Ce dernier savant nia d'abord l'existence de ce nouvel alcaloïde comme espèce définie, puis il l'admit dans un second Mémoire et étudia quelques-unes de ses propriétés.

» Nous avons été assez heureux pour rencontrer une quantité d'écorce à aricine suffisante pour préparer 2<sup>ks</sup> de cet alcaloïde, considéré jusqu'ici comme fort rare.

» L'écorce que nous avons traitée était roulée et présentait une teinte grise à l'extérieur, et une teinte rougeâtre à l'intérieur. Elle se rapprochait, comme caractère et comme apparence, des écorces décrites par A. Bouchardat et Winckler, dans leur travail sur l'aricine. Une étude approfondie de cette écorce pourrait seule démontrer si elle appartient au genre Cinchona.

» Nous ferons remarquer d'abord que notre écorce ne contient ni quinine ni cinchonine. Les premiers auteurs qui avaient étudié l'écorce à aricine ont indiqué la présence de ce nouvel alcaloïde au milieu de ceux du quinquina. De plus, la quantité d'aricine retirée de différentes écorces avait toujours été très faible. Hesse, par exemple, ne retirait d'une écorce de Cusco que 0,62 pour 100 d'aricine; au contraire, l'écorce que nous possédons en contient jusqu'à 3 et 3,5 pour 100, c'est-à-dire 35<sup>gr</sup> par kilogramme.

» *Préparation.* — En présence d'une écorce aussi riche en alcaloïde, nous avons pu modifier et simplifier les procédés de préparation employés jusqu'ici. Nous avons opéré de la façon suivante :

» 1<sup>ks</sup> d'écorce, réduite en poudre grossière, est additionné de 100<sup>gr</sup> de chaux et de 100<sup>gr</sup> de lessive de soude à 40°; on mélange le tout et l'on dessèche incomplètement au bain-marie. La matière est ensuite agitée, d'une manière continue, pendant une demi-heure en présence de 4<sup>lit</sup> d'éther. On décante ce liquide et l'on y ajoute 100<sup>gr</sup>

d'une solution d'acide sulfurique au  $\frac{1}{3}$  et 60<sup>gr</sup> d'eau distillée. Après une courte agitation, il se sépare immédiatement un sulfate insoluble d'aricine. L'aspect massé et le couleur jaunâtre; ce sulfate est mis à part. L'éther qui vient de servir à cette opération est agité à nouveau avec le mélange d'écorce et d'alcali, de même repris par l'acide, et l'on continue le traitement comme précédemment. En général, pour épuiser complètement l'écorce, il faut employer six lavages à l'éther.

» Les différentes solutions acides contenant le précipité en suspension sont réunies et par filtration, le sulfate d'aricine est séparé. Si l'on traite le liquide qui reste comme résidu par la soude caustique, on en sépare un alcaloïde incristallisable, sur lequel nous reviendrons plus tard.

» Pour obtenir l'aricine pure, on dissout 150<sup>gr</sup> de sulfate brut dans 5<sup>lit</sup> d'eau bouillante. Le liquide, très acide, obtenu dans ces conditions est neutralisé par de l'ammoniaque, jusqu'à complète précipitation de la base. La solution reste, en effet, acide jusqu'à ce que l'on soit arrivé à la précipitation totale. On obtient ainsi 110<sup>gr</sup> d'une matière visqueuse à chaud et qui se prend, à froid, en une masse friable ayant l'aspect de la résine. Cette matière est pulvérisée et reprise par l'alcool bouillant. 100<sup>gr</sup> de cette substance traitée par 2<sup>lit</sup> d'alcool ont fourni de suite 120<sup>gr</sup> d'alcaloïde cristallisable. Cette cristallisation dans l'alcool est répétée deux fois, si besoin en est, jusqu'à ce que l'on obtienne de l'aricine cristallisée tout à fait incolore. Par évaporation de l'alcool qui a servi à la dissolution de l'alcaloïde et après plusieurs cristallisations, on obtient une nouvelle quantité d'aricine.

» Le dosage du carbone et de l'hydrogène ainsi que celui de l'azote nous ont conduits à la formule  $C^{22}H^{26}Az^2O^4$ , soit en théorie atomique  $C^{23}H^{26}Az^2O^4$ , formule adoptée déjà par Gerhardt et vérifiée depuis par O. Hesse (1).

» *Propriétés physiques.* - L'alcaloïde que nous avons obtenu est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool à 90° (10<sup>gr</sup> par litre à 15°, et 90<sup>gr</sup> dans l'alcool bouillant), soluble dans l'éther (30<sup>gr</sup> par litre à 15°); il fond à 188°-189°, propriétés qui correspondent bien à celles déjà indiquées pour l'aricine.

» Son pouvoir rotatoire en solution alcoolique a été trouvé de

$$[\alpha]_D = - 58^{\circ} 18'.$$

en tenant compte de la correction de température.

» En solution étherée, nous avons obtenu le chiffre

$$[\alpha]_D = - 92^{\circ} 30'.$$

» De plus, nous ferons remarquer que l'on avait regardé jusqu'ici la solu-

---

(1) *Liebig's Ann. der Chemie.* t. CLXXXI, p. 58, et t. CLXXXV, p. 296.

tion chlorhydrique comme inactive, tandis que nous avons trouvé qu'elle possède un pouvoir rotatoire inverse de celui de l'alcaloïde

$$[\alpha]_D = +14^{\circ}30'.$$

Cette détermination a été faite en solution alcoolique.

» Le point de fusion et les pouvoirs rotatoires différencient donc nettement cet alcaloïde de la cusconine qui lui est isomère.

» Enfin, nous ajouterons qu'il nous a été possible d'identifier notre alcaloïde avec celui de Pelletier. Il restait, en effet, dans la collection de Chimie organique de l'École de Pharmacie de Paris, un flacon d'aricine bien cristallisée, quoique un peu jaunie, dont l'étiquette portait la signature de Pelletier. Grâce à l'obligeance de M. Jungfleisch, qui a bien voulu mettre à notre disposition ce curieux échantillon, nous avons pu, après une purification par l'alcool, nous assurer que le point de fusion et le pouvoir rotatoire étaient identiques dans les deux cas. L'alcaloïde que nous avons isolé correspond donc bien à l'aricine de Pelletier. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence des feuilles et de la lumière sur le développement des tubercules de la pomme de terre.* Note de M. PAGOUL, présentée par M. Th. Schlœsing.

« Ces expériences ont été faites dans six vases en grès, contenant chacun environ 30<sup>kg</sup> d'une terre préalablement mêlée pour la rendre bien homogène. Six tubercules de la variété *Richter's imperator* ont été choisis, de même poids et de même forme, et plantés dans ces vases le 29 avril. Le 28 mai, les six plantes étaient bien développées et présentaient toutes le même aspect.

» Les trois premières furent destinées à rechercher l'influence de l'effeuillage; les trois autres, l'influence de la lumière.

» La première a été complètement effeuillée dans le cours du mois de juin et dans les premiers jours de juillet. La variété *Richter's imperator* convenait très bien pour cette expérience, à cause du grand développement de ses organes foliacés. La hauteur des tiges atteignait en effet 80<sup>cm</sup> le 10 juillet. La seconde plante n'a été effeuillée que sur la moitié de son étendue, la troisième est restée intacte.

» A l'arrachage, le 17 septembre, les deux dernières plantes étaient à peu près fanées; la première était encore verte et recouverte de petites feuilles qui s'étaient formées en avant pour remplacer les feuilles enlevées en juin et juillet.

» La récolte des tubercules a donné les résultats suivants :

|                             | Nombre | Poids total.      |
|-----------------------------|--------|-------------------|
| Plante effeuillée . . . . . | 14     | 411 <sup>gr</sup> |
| » dans effeuillée . . . . . | 13     | 310               |
| » non effeuillée . . . . .  | 14     | 400               |

Les racines de la première contenaient, en outre, un très grand nombre de petits tubercules en formation, de la grosseur d'un pois ou d'une noisette non mûre mais le poids en dessus. L'effeuillage avait donc arrêté le développement des premiers tubercules, et un nouveau travail de végétation s'était ensuite manifesté par une production simultanée de nouvelles feuilles et de nouveaux tubercules.

» Les trois autres plantes furent recouvertes, le 28 mai, de cloches : la première en verre incolore, la seconde en verre violet, la troisième en verre noir. Ces cloches ont dû être soulevées peu à peu, pour ne pas trop gêner le développement des plantes, de sorte que celles-ci n'ont pas été complètement soustraites à l'action de la lumière directe. Cependant, l'influence des radiations lumineuses reçues par chacune a été suffisante pour modifier complètement leur développement extérieur et la production des tubercules. Voici, en effet, les résultats obtenus à la récolte, le 17 septembre :

|                           | Nombre<br>des<br>tubercules. | Poids total.      | Matière sèche<br>pour 100. |
|---------------------------|------------------------------|-------------------|----------------------------|
| Sous verre noir . . . . . | 3                            | 210 <sup>gr</sup> | 20,94                      |
| » violet . . . . .        | 5                            | 420               | 22,28                      |
| » incolore . . . . .      | 14                           | 610               | 27,68                      |

La température était d'ailleurs restée sensiblement la même sous chaque cloche et les arrosages avaient été les mêmes dans les trois vases.

» Ces expériences s'accordent avec celles du même genre que j'avais déjà faites sur la betterave dans le cours des années 1879 et 1880.

» Elles viennent à l'appui des idées émises par M. Aimé Girard, qui explique la formation de la fécule en admettant qu'elle a pour origine le saccharose sécrété par les feuilles, sous l'influence de la lumière, et qui s'exprime ainsi dans l'important Ouvrage qu'il vient de publier sur la pomme de terre :

» On est conduit à penser que dans les feuilles de la pomme de terre, comme dans les feuilles de la betterave, le saccharose figure au nombre des matières primordiales qui, formées sous l'action de la lumière solaire, deviennent ensuite, par leurs migrations et leurs transformations, les agents constituants des diverses parties du tissu végétal. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la physiologie comparée des sensations gustatives et tactiles.* Note de M. **RAPHAEL DUBOIS**, présentée par M. Chauveau.

« On ne possède aucune notion précise sur la nature et le mécanisme des sensations gustatives chez les Mollusques acéphales. Les expériences que j'ai faites dans ces temps derniers à la *Station maritime lyonnaise des Tamaris*, sur les Pholades, fournissent des renseignements sur la physiologie spéciale du goût et du tact chez les Mollusques lamellibranches; les faits observés me paraissent, d'ailleurs, comme ceux qui sont relatifs aux sensations visuelles, dont j'ai expliqué le mécanisme dans diverses Communications antérieures, susceptibles de généralisation.

» Si l'on place verticalement, dans une éprouvette remplie d'eau de mer, une Pholade (*Pholas dactylus*), elle ne tarde pas à allonger son siphon. L'orifice du conduit aspirateur s'ouvre bientôt par l'épanouissement des tentacules, comme la corolle d'une fleur. Si, à ce moment, on laisse tomber par l'orifice du siphon une goutte d'un liquide insipide pour le Mollusque, plus dense que l'eau de mer, légèrement coloré pour suivre facilement sa marche et chargé d'une substance sapide déterminée (gentiane, strychnine, acide citrique, essence de girofle, etc.), on voit d'abord les tentacules se replier vers le centre de l'orifice du siphon, puis une première contraction lente, fibrillaire, se produire, suivie au bout d'un temps variable d'une seconde contraction, celle-ci brusque, violente, ne ressemblant en rien à la première. La seconde de ces deux contractions ne se produit pas sur un siphon séparé du corps de l'animal. Toutes deux peuvent être facilement enregistrées par la méthode graphique. Les courbes graphiques présentent des caractères particuliers avec chaque substance active et aussi avec le degré de concentration de la solution employée. Je ne présente aujourd'hui à l'Académie que des spécimens de ces courbes, me réservant d'en étudier les caractères dans un prochain Mémoire.

» *Analyse du mécanisme de la sensation gustative.* — Si l'on cherche quel est le siège de la sensation gustative en déposant directement des traces de substances sapistes sur les différents points du corps de l'animal, on remarque d'abord, contrairement à ce qu'on aurait pu supposer, que les grands palpes qui entourent la bouche du Mollusque ne sont pas sensibles à ce genre d'excitant. Il en est de même pour les autres points du corps, sauf pour la paroi externe et interne du manteau, y compris la membrane

contractile qui réunit en avant les deux valves. Les plaques et les cartilages de Poli, organes de sécrétion, sont très peu sensibles.

» Quand on dépose une goutte de la solution sapide sur un point de la surface interne ou externe du siphon, on ne tarde pas à voir se produire en ce point une légère dépression superficielle, résultat d'une contraction lente des segments contractiles du système avertisseur, dont j'ai parlé à propos du mécanisme de la vision.

» Cette dépression s'agrandit suivant les contours de la goutte qu'elle s'étale de plus en plus. Au bout d'un temps variable, suivant la substance employée et l'état de concentration de sa dissolution, survient une contraction violente, totale, généralisée des grands muscles longitudinaux. C'est un phénomène indiquant nettement que les ganglions, d'où émanent les nerfs qui vont aux grands muscles moteurs du siphon ont été avertis des mouvements périphériques du système avertisseur. Si ce premier mouvement n'existe pas, il n'y a pas de contraction réflexe.

» Les différences dans l'expression de la sensation gustative perçue portent, d'après mes graphiques, comme pour la vision, sur la durée de la période latente, la rapidité, la durée et l'amplitude de la première et de la seconde contraction.

» Mais avec certains excitants sapides (acides), il arrive que, dans le premier temps (contractions de l'avertisseur), le siphon, au lieu de se rétracter, s'allonge un peu. Ce phénomène tient à ce que les fibres contractiles de l'avertisseur, qui sont en connexion directe avec l'épithélium, n'ont pas toutes la même direction; il y a des fibres circulaires et d'autres qui ont une direction parallèle à l'axe du siphon. Les substances à saveur acide agissent plus spécialement sur les fibres lisses circulaires myoépithéliales et provoquent l'allongement du siphon par un mécanisme de même nature que celui qui provoque l'érection du mammelon chez la femme.

» Les préparations histologiques dont j'ai remis à M. Chauveau d'excellentes épreuves photographiques, faites par M. Lumière (de Lyon), prouvent que l'on ne peut localiser autre part que dans les éléments myoépithéliaux superficiels les phénomènes sensitifs dont il s'agit.

» Ces photographies montrent, en effet, que la surface du siphon, y compris les papilles, est tapissée par une couche continue d'éléments morphologiquement identiques; l'examen physiologique établit qu'ils sont impressionnables, à la fois, par les excitations lumineuses et par les substances sapides.

» D'ailleurs, dans les tentacules, qui sont surtout des organes de tact, on ne trouve pas une structure fondamentalement différente.

» J'insiste, à dessein, sur les connexions existant entre certains épithéliums et les fibres contractiles, parce qu'elles sont beaucoup plus fréquentes qu'on ne le suppose généralement et qu'elles jouent un rôle très important dans le mécanisme des sensations.

» Chez notre Mollusque, en particulier, des excitations de nature différente peuvent être perçues par le moyen d'un même mécanisme fonctionnant d'une manière variable avec la nature de l'excitant (1).

» En résumé, l'impression a eu lieu sur le segment épithélial, la sensation est produite par le mouvement du segment contractile qui lui fait suite, la perception a lieu dans les ganglions et elle est exprimée par la contraction des muscles moteurs du siphon (2). »

**HISTOLOGIE.** — *Procédé technique d'étude du noyau des globules blancs.*

Note de M. MAYET (de Lyon), présentée par M. Chauveau.

« Aucune des méthodes employées jusqu'à présent pour rendre évidents les noyaux des globules blancs du sang et qui consistent, soit à traiter ces éléments par l'alcool ou par l'acide acétique plus ou moins dilués, soit dans l'emploi de divers réactifs colorants comme la fuchsine rouge, le bleu d'aniline, le bleu de méthylène, etc., qui colorent à peine le protoplasma et fortement le noyau, ne donne une idée assez exacte de leur configuration.

» Le noyau reste, en effet, enfermé dans le protoplasma et la réfraction de la lumière par la substance de celui-ci, même rendue plus pâle et plus transparente, ne permet pas de se rendre un compte exact de sa forme. La plupart des noyaux paraissent multiples et beaucoup d'observateurs

---

(1) D'ailleurs, ne sait-on pas que, chez la Sensitive (*Mimosa pudica*), des excitants différents, lumière, chaleur, électricité, excitations chimiques et mécaniques portées sur la périphérie, se traduisent par un mouvement localisé qui peut se généraliser de proche en proche, comme dans un siphon de Pholade détaché, mais qui ne sera pas perçu faute de ganglions sensoriels, ni exprimé par une action réflexe faute de centres moteurs volontaires ou réflexes.

(2) Laboratoire de Physiologie générale et comparée de Lyon, et Station maritime lyonnaise des Tamaris (Var).

ont considéré les leucocytes polynucléés comme nombreux, ce qui est une erreur, ainsi que l'a très bien vu Ranvier.

» Pour apprécier exactement la forme des noyaux, l'acide acétique doit être employé autrement qu'on ne l'a fait jusqu'à présent. Il faut le mélanger intimement au sang dans la proportion d'une partie de celui-ci pour trois du réactif, qui doit être à l'état d'acide monohydraté cristallisable. Par ce mélange, les globules rouges deviennent très peu apparents, le protoplasma des leucocytes est lui-même absolument dissous et les noyaux ainsi isolés et comme décortiqués apparaissent au microscope avec un contour aussi net que possible. Ce procédé est très favorable pour se rendre compte de leur configuration. Leurs nucléoles deviennent aussi très visibles.

» On voit ainsi que Ranvier, seul, en a donné une description exacte, quoiqu'il indique un autre procédé pour leur étude (l'alcool dilué).

» A la nomenclature des formes diverses qu'ils peuvent affecter, on peut cependant ajouter, après lui, quelques variétés. Outre les formes en fer à cheval, en boudin gonflé et replié, en sphères régulières ou étranglées, bourgeonnantes, multilobées, j'ai constaté les formes de sphères multiples égales ou inégales de volume, réunies par des parties étroites, en chapelet plus ou moins tortueux; de deux croissants réguliers se regardant par la concavité et réunis par une bride transversale; de cylindre étroit plusieurs fois replié sur lui-même comme un vibrion, avec sphères placées à côté de lui et unies à sa substance par un pont très délié, etc.

» Les nucléoles, rendus plus apparents par le réactif, sont multiples. A chaque renflement ou sphère correspond un nucléole.

» Ces formes diverses sont des indices de préparation à la division de l'élément. Si les leucocytes polynucléés sont, ainsi que l'a vu Ranvier, beaucoup plus rares que ne l'ont admis d'autres observateurs trompés par ces apparences, c'est que dès que la division complète du noyau s'est effectuée, la division du protoplasma lui-même se fait simultanément ou suit de très près, et qu'il faut avoir la chance de saisir sous le microscope les leucocytes où la division s'apprête à se faire immédiatement et n'est pas encore faite.

» Il paraît évident, d'ailleurs, qu'un seul leucocyte peut fournir parfois plusieurs petits leucocytes nouveaux, car les sphères de division, qui ne sont reliées que par d'étroites brides prêtes à se rompre, sont souvent au nombre de trois, quatre ou cinq.



» Ces apparences existent dans le sang normal, mais des formes absolument identiques sont visibles en beaucoup plus grand nombre dans le sang leucocythémique.

» Ce procédé n'est applicable qu'à l'étude de la forme générale des noyaux, mais ne fournit aucune donnée sur leur structure intime si compliquée, ni sur les phénomènes qui se passent dans leur intérieur ou dans le protoplasma pendant leurs transformations et la segmentation, soit directe, soit indirecte, de l'élément. »

BOTANIQUE. — *Sur la localisation, dans les plantes, des principes qui fournissent l'acide cyanhydrique.* Note de M. LÉON GUIGNARD, présentée par M. Duchartre.

« On sait depuis longtemps qu'un certain nombre de plantes, appartenant pour la plupart au groupe des Amygdalées, peuvent fournir de l'acide cyanhydrique grâce à l'action de l'émulsine ou synaptase sur l'amygdaline en présence de l'eau. Les conditions nécessaires au dédoublement du glucoside, qui donne naissance à l'acide cyanhydrique, à l'aldéhyde benzoïque et au glucose, ont été précisées en Chimie; mais pour quelle raison la réaction ne se produit-elle pas dans la plante vivante, par exemple dans les feuilles du Laurier-cerise ou dans les amandes amères? L'émulsine et l'amygdaline se trouvent-elles dans les mêmes cellules ou dans des cellules différentes? Cette question, d'un intérêt général au point de vue physiologique, car elle se pose aussi pour d'autres cas du même genre, n'a reçu jusqu'ici qu'un commencement de solution.

» En étudiant comparativement les amandes douces et les amandes amères, M. Thomé (1) arriva à cette conclusion, que l'amygdaline existe dans le parenchyme cotylédonaire des premières aussi bien que des secondes, tandis que l'émulsine ne se trouve que dans les amandes amères, localisée dans les faisceaux libéro-ligneux des cotylédons. Or, nous savons aujourd'hui que l'amygdaline existe seulement chez les amandes amères et que l'émulsine se rencontre aussi bien dans les amandes douces que dans ces dernières. Plus tard, en faisant remarquer l'incertitude qui

---

(1) THOMÉ, *Ueber das Vorkommen des Amygdalins und des Emulsins in der bitter Mandeln* (*Bot. Zeitung*, p. 240; 1865).

réquant sur la localisation de l'émulsine et de l'amgdaline. M. Pfeffer considère comme probable que l'une et l'autre se trouvent dans les mêmes cellules, la première dans le protoplasme, la seconde dans le suc cellulaire. Récemment, M. Johansen (2), en soumettant à la distillation des portions de cotylédons d'amandes amères, formées les unes par du parenchyme sans faisceaux libéro-ligneux, les autres par du parenchyme avec faisceaux, a reconnu que les secondes seules donnent de l'acide cyanhydrique, tandis que les premières doivent, pour en fournir, être additionnées d'émulsine. Il en a conclu avec raison que le ferment qui dédouble l'amgdaline doit être localisé dans les faisceaux libéro-ligneux ou dans les rangées de cellules qui entourent ces faisceaux.

» L'expérience purement chimique ne permettait pas de préciser davantage. D'ailleurs, les faisceaux qui parcourent les cotylédons des amandes ont leurs éléments à peine différenciés, même dans la graine mûre, et, par suite, leur limite par rapport au parenchyme ambiant devient difficile à fixer. Si, d'autre part, on suppose un faisceau avec bois, liber et péricycle bien distincts, ces diverses régions renferment-elles toutes de l'émulsine? Ce ferment ne sera-t-il pas plutôt exclu du bois et du liber, qui sont des éléments essentiellement conducteurs?

» Pour résoudre la question, j'ai étudié d'abord les feuilles du Lanrier-cerise, qui possèdent des nervures avec faisceaux libéro-ligneux à tous les états de développement.

» Un de ces faisceaux bien différenciés comprend un bois assez développé et un liber très réduit recouvert à sa face externe par un arc très épais de fibres péricycliques, parmi lesquelles un petit nombre de cellules sont restées parenchymateuses. Ces trois sortes d'éléments propres au faisceau sont entourées par une gaine de cellules spéciales, simple ou doublée çà et là, représentant l'endoderme. C'est cette gaine endodermique, à laquelle il faut ajouter les quelques cellules du péricycle restées parenchymateuses, qui renferme l'émulsine; mais elle contient aussi du tannin, ce qui vient compliquer les recherches.

» L'émulsine présente un certain nombre des réactions des matières protéiques, telles que la coloration rouge par le réactif de Millon, la colo-

(1) PFEFFER, *Pflanzenphysiologie*, t. I, p. 307; 1881.

(2) JOHANSEN, *Sur la localisation de l'émulsine dans les amandes (Annales des Sciences naturelles, Botanique, 7<sup>e</sup> série, t. VI, p. 118; 1887)*.

ration violette par le sulfate de cuivre et la potasse, etc. Les cellules du parenchyme chlorophyllien, qui entoure la gaine, renfermant du protoplasme, puisqu'elles sont vivantes, prennent également avec ces réactifs des colorations du même genre, mais avec beaucoup moins d'intensité que la gaine, ce qui montre déjà qu'il existe dans celle-ci, ou bien une plus forte proportion de matières protéiques, ou bien une autre substance surajoutée au protoplasme et réagissant comme les albuminoïdes. D'autre part, en opérant comparativement avec une espèce fort voisine du Laurier-cerise, le *Cerasus lusitanica*, dont les feuilles ont également autour des faisceaux une gaine endodermique tannifère, j'ai constaté que le tannin n'était pour rien dans les colorations obtenues chez le Laurier-cerise. Or, les recherches chimiques prouvent que le *Cerasus lusitanica* ne renferme pas d'émulsine. On pouvait donc supposer que c'était très probablement ce ferment qui communique à la gaine du Laurier-cerise ses réactions spéciales.

» Parmi d'autres expériences susceptibles de le démontrer, et qu'il serait trop long d'exposer ici en détail, la plus probante consiste à isoler par dissection sous le microscope les cellules de la gaine et à les mettre en contact, à la température convenable, d'abord avec une solution d'amygdaline, ensuite avec une solution d'émulsine : dans le premier cas seulement, il se forme de l'acide cyanhydrique, ce qui montre que ce sont bien elles qui renferment l'émulsine, et rien que l'émulsine. Par contre, en opérant avec le parenchyme foliaire bien débarrassé de toute cellule appartenant à la gaine, on constate qu'il ne renferme que de l'amygdaline.

» La connaissance de la localisation de l'émulsine dans le Laurier-cerise rend l'étude des amandes douces et des amandes amères beaucoup plus facile. On constate que, dans les cotylédons et dans l'axe embryonnaire, l'émulsine se trouve surtout dans le péricycle qui entoure les éléments ligneux et libériens, encore incomplètement différenciés, et qui forme, au dos du liber principalement, un arc assez épais de cellules non sclérifiées ; l'endoderme, d'ailleurs mal délimité, n'en renferme qu'une faible proportion. Dans la tigelle et la radicule, c'est le péricycle seul qui paraît contenir le ferment.

» Il y a donc, au premier abord, au sujet de la localisation de l'émulsine, une différence entre le Laurier-cerise et les amandes, puisque chez le premier on la rencontre presque uniquement dans la gaine endodermique extérieure au faisceau, tandis que, dans l'axe embryonnaire d'une amande, elle se trouve dans le péricycle sous-jacent. Les cotylédons la possèdent

dans les deux régions. Mais il faut remarquer que, dans le Laurier-cerise, le péricycle étant presque entièrement sclérifié, l'émulsine doit forcément en être exclue; toutefois on l'y rencontre encore dans les quelques cellules qui restent parenchymateuses. Ces différences s'expliquent par l'état de différenciation plus ou moins marqué que présentent les organes: à cet égard, l'axe embryonnaire et les cotylédons des amandes ne sont pas comparables aux feuilles du Laurier-cerise. »

**BOTANIQUE.** — *Renforcement de la sexualité chez un hybride (Ophrys Tenthredinifera-Scolopax).* Note de M. L. TRABUT, présentée par M. Duchartre.

« L'*Ophrys* qui fait l'objet de cette Note présente des caractères intermédiaires entre les *Ophrys tenthredinifera* et *O. Scolopax*, qui croissent dans la même station. La hampe porte sept fleurs, les deux inférieures sont déjà fanées et les ovaires fécondés ont un volume normal; mais ce qui attire immédiatement l'attention, c'est la transformation des deux pétales en deux étamines, si bien qu'au lieu d'un gynostème, on croit en voir trois. Ces étamines sont complètement développées; et, dans les fleurs supérieures, on peut voir par les fentes de déhiscence les pollinies avec leur caudicule privé de rétinacle. Le gynostème normal est bien développé aussi.

» Cette observation m'a paru intéressante, non seulement par l'anomalie elle-même, qui est une staminisation de pétales; mais encore et surtout par sa production chez un hybride qui devrait, suivant les principes admis, présenter un affaiblissement de la sexualité. »

**PALÉONTOLOGIE.** — *Sur les rapports qui paraissent exister entre les Mammifères crétacés d'Amérique et les Mammifères de la faune cernaysienne des environs de Reims.* Note de M. V. LEMOINE, présentée par M. Albert Gaudry.

« M. le professeur Marsh vient de faire connaître, dans deux fascicules ayant comme titre : *Discovery of cretaceous Mammalia*, l'ensemble des recherches qu'il poursuit sur de petits Mammifères recueillis en Amérique, dans les couches de Laramie (*Laramie formation of Dakota and Montana*).

» Ces couches sont considérées par plusieurs paléontologistes américains comme crétacées. Aussi ai-je été fort surpris de constater des relations bien évidentes entre le plus grand nombre de ces Mammifères secondaires d'Amérique et quelques types bien caractéristiques de la faune cernaysienne des environs de Reims, dont la nature tertiaire ne peut laisser de doute, par suite de sa position au-dessus de la craie et de la nature des nombreuses coquilles mélangées aux ossements de Vertébrés.

» Les relations entre les Mammifères américains et les Mammifères de la faune cernaysienne peuvent être facilement établies en comparant les figures qui accompagnent le travail de M. Marsh avec les planches que j'ai données dans le *Bulletin de la Société géologique de France* (1883, Pl. V et VI; 1885, Pl. X, XI, XII).

» Une forme bien caractéristique, commune aux deux faunes, consiste en une incisive supérieure à couronne tricuspidée, formée de deux pointes antérieures suivies d'un talon. Il en est de même d'une arrière-molaire inférieure creusée en cupule, d'une molaire supérieure à trois denticules disposés en triangle et d'une moitié inférieure d'humérus à perforation latérale. Ces diverses pièces pour la faune cernaysienne caractérisent le *Plesiadapis*.

» Une prémolaire inférieure à promontoire antérieur triangulaire et un fémur remarquable par le développement spécial du grand trochanter, et que j'ai rapportés à l'*Adapisorex*, se trouvent également représentés dans les deux séries de figures.

» Il en est de même de deux molaires inférieures à couronne singulièrement tricuspidée (*Tricuspiodon rémois*).

» La comparaison se poursuit dans toute une série de dents des mieux caractérisées, les unes par leur couronne aplatie, semi-ovale, parcourue par des stries curvilignes, les autres par leurs rangées multiples de tubercules constituant tantôt 2, tantôt 3 lignes parallèles. J'ai rapporté au *Neoplagiaulax* celles de ces dents que j'ai trouvées près de Reims.

» Ces citations paraîtront sans doute suffisantes pour indiquer des relations fort intimes entre les Mammifères de la faune crétacée d'Amérique et ceux de la faune éocène d'Europe.

» En résulte-t-il que les espèces ou même les genres doivent être identifiés? Il serait bien délicat de baser une affirmation aussi importante sur l'examen de simples dessins, d'autant plus qu'à côté de ressemblances indiscutables, on a observé parfois des différences de détails bien accusées.

» Si, au point de vue stratigraphique, le rapprochement entre les couches de Laramie et les couches de Cernay semble devoir provoquer l'étonnement, au point de vue de la faune elle-même, considérée dans l'ensemble des Vertébrés, les caractères sont beaucoup moins aberrants, et il suffit de citer à ce point de vue le Simœdosauré rémois qui, sans relation aucune avec les autres Reptiles tertiaires, a des affinités indiscutables avec de forts anciens Reptiles secondaires. »

PALÉONTOLOGIE. — *Apparences d'inégalité dans le développement des êtres de l'ancien et du nouveau continent.* Remarques de M. ALBERT GAUDRY, à propos de la Communication de M. Lemoine.

« La Note de M. le Dr Lemoine soulève une question importante. Jusque dans ces derniers temps, on ne connaissait aucun Mammifère crétaqué : on avait trouvé des Mammifères à la partie supérieure du jurassique, dans la partie inférieure du tertiaire; mais en vain fouillait-on le néocomien, l'aptien, le gault et les différents étages de la craie, on n'y découvrait aucun vestige de Quadrupède à sang chaud. Récemment, M. le professeur Marsh a signalé dans les montagnes Rocheuses plusieurs genres de Mammifères crétaqués. Leur annonce a vivement intéressé les géologues. M. Lemoine, auquel on doit la connaissance des plus anciens Mammifères tertiaires de l'Europe, a comparé les figures des fossiles trouvés par M. Marsh dans le crétaqué avec les fossiles qu'il a recueillis dans les assises des environs de Reims, incontestablement tertiaires, et il a été frappé de leur extrême ressemblance.

» Il reste à savoir si les couches du Wyoming, où sont enfermés les Mammifères et qui appartiennent au groupe appelé l'étage lignitique ou étage de Laramie, sont vraiment crétaquées. Leo Lesquereux, qui a étudié un grand nombre de plantes de l'étage lignitique, a regardé cet étage comme tertiaire; les Mammifères appuient cette manière de voir. D'autre part, MM. Marsh et Cope sont d'accord pour l'attribuer au crétaqué, parce que les Quadrupèdes à sang froid qu'on y trouve ont tout à fait le caractère des Reptiles secondaires. C'est là, notamment, que M. Marsh a découvert le *Triceratops*, dont la tête était armée de longues cornes, et qui est certainement une des plus étranges créatures que la Paléontologie ait mises au jour.

» Quel que soit l'âge de l'étage lignitique, s'il n'y a pas eu quelque er-

reur stratigraphique, il faut admettre ou bien que les genres de plantes et de Mammifères observés dans le tertiaire de France ont commencé plus tôt en Amérique, ou bien que les grands Vertébrés à sang froid s'y sont continués plus tard. Ainsi, la marche de la vie n'aurait pas été absolument la même dans l'ancien et dans le nouveau continent. »

ANTHROPOLOGIE. — *Nouvelles découvertes anthropologiques à Champigny (Seine)*. Note de M. **ÉMILE RIVIÈRE**.

« J'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie, il y a deux ans, une première Note sur l'époque néolithique à Champigny. Depuis lors, les recherches ont été continuées au même lieu, c'est-à-dire au Buisson-Pouilleux, et ont permis de trouver des objets nombreux et intéressants.

» Ces nouvelles découvertes n'ont pas eu lieu tout à fait dans les mêmes conditions que précédemment : il n'a plus été rencontré de ces foyers en cuvette, de ces excavations plus ou moins régulières, creusées de main d'homme et répondant à l'emplacement des huttes, du campement de la tribu qui vivait à l'époque néolithique sur le plateau de Champigny. Les objets ont été découverts çà et là, mais toujours dans la même région et au même niveau, reposant immédiatement au-dessous de la terre végétale, sur la roche calcaire. Ce sont :

» 1<sup>o</sup> Les restes d'un squelette humain composés : (a) d'une partie de la voûte du crâne et de la mâchoire inférieure avec quatre dents molaires extrêmement usées; (b) des deux humérus droit et gauche, le premier presque entier; (c) de l'extrémité supérieure du cubitus gauche; (d) des deux fémurs droit et gauche; le droit est le mieux conservé, il lui manque seulement, en haut, le grand trochanter et, en bas, les deux condyles; il mesure, tel qu'il est, 0<sup>m</sup>,36 de longueur; (e) de l'extrémité inférieure d'un tibia, avec une portion de sa diaphyse.

» Ce squelette humain ne serait pas le seul qui aurait été trouvé au Buisson-Pouilleux. Il résulte, en effet, d'une Note de M. Le Roy des Closages, ingénieur et directeur du syndicat chauxfournier de Champigny, qui veut bien me réserver tout ce que l'exploitation des carrières met à découvert, que déjà, en 1861, on trouva au même endroit une sorte de sépulture renfermant un squelette humain entier, recouvert par trois dalles en grès placées, l'une sur la tête et le thorax, la deuxième sur le bassin et la troisième sur les membres inférieurs.

» 2<sup>o</sup> Des silex taillés, tels que lames, grattoirs, flèches, dont une à pédoncule, une hache polie longue de 0<sup>m</sup>,125.

» 3<sup>o</sup> Une sorte de molette, longue de 0<sup>m</sup>,11, large de 0<sup>m</sup>,09 et épaisse de 0<sup>m</sup>,05 environ, dont la face inférieure, plane, offre de nombreuses traces d'usure par frottement. M. Stanislas Meunier la considère comme une silice farineuse, imprégnée d'une

très faible quantité de calcaire et pouvant provenir également de plus loin encore de Saint-Cyr (Seine-et-Oise).

» 4° Un long pilon en calcaire blanc grisâtre, à base factement usée ainsi par frottement.

» 5° Une aragonite fibreuse qui a dû être roulée par les eaux et ne paraît pas avoir été taillée. La présence à Champigny de cette aragonite, dont le gisement le plus voisin de cette station serait Saint-Nectaire, en Auvergne, nous paraît assez curieuse pour la signaler ici, ainsi que les deux pièces suivantes.

» 6° Une petite hache en serpentine des Alpes, d'un vert foncé, longue de 0<sup>m</sup>, 17 et dont le tranchant, relativement très large, mesure 0<sup>m</sup>, 642.

» 7° Une perle en substance noire, vitreuse, très semblable aux perles de basaltes vitreux de l'Auvergne.

» Je dois ajouter que, depuis ma dernière Communication à l'Académie, j'ai recueilli aussi, dans les champs situés à peu de distance du Buisson-Pouilleux, plusieurs objets, tels que :

» Des silex blancs taillés, et notamment une petite flèche à pédoncule, deux grattoirs, deux petites lames, une grosse boule blanche en meulière de Brie ayant servi de percuteur, une hache polie en silex blanc également, un petit tranchet en silex jaunâtre et un fragment d'anneau en argilite ferrugineuse, dont le gisement le moins éloigné de Champigny serait encore l'Auvergne.

» D'autre part, plusieurs fragments d'anneaux en pierre, soit en calcaire marbre grisâtre provenant du carbonifère ou du dévonien des Ardennes ou du Boulonnais, soit en calcaire grenu noir ou blanchâtre, trouvés dans la même région, m'ont été communiqués, avec quelques fragments de poteries, par la veuve de celui qui, le premier, a fait connaître la station préhistorique de Champigny.

» En résumé, on voit, comme dans les fouilles dont j'ai rendu compte dans ma première Note, que les matériaux qui ont servi à fabriquer les pièces que je viens de signaler sommairement, proviennent de localités très différentes et parfois très éloignées les unes des autres (les Alpes, l'Auvergne, les Ardennes), indiquant ainsi de nouveau soit des migrations plus ou moins lointaines des peuplades préhistoriques de Champigny, soit de fréquents échanges commerciaux avec d'autres tribus ou peuplades. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *De la formation du delta de la Néva, d'après les dernières recherches.* Note de M. VENUKOFF, présentée par M. Daubrée.

« Les plus anciennes annales russes ne disent rien sur le fleuve Néva. D'après elles, la rivière de Volkhov se jetait dans un lac (Nevo ou Ladoga),



qui se trouvait en communication immédiate avec la mer. En supposant même que ce fût une erreur de l'analyste et que le fleuve de Néva existât au x<sup>e</sup> siècle (1) dans toute sa longueur, nous ne devons pas oublier que le premier établissement installé sur ses bords, notamment le fort Oriéschek (Schusselbourg), fut créé vers l'issue du fleuve du lac Ladoga, et non à son embouchure dans le golfe de Finlande, où de vastes marais occupaient la place de la terre ferme actuelle. La fondation de Saint-Pétersbourg, en 1703, eut lieu sur un sol extrêmement bas et marécageux. Il fallut abattre les forêts qui le couvraient, et, avec ce bois et des pierres transportées de loin, exhausser le terrain pour commencer la construction des maisons. La surface des rues et des quais fut aussi recouverte de cailloux et de sable amenés de loin. Depuis lors, la hauteur moyenne du sol, à Saint-Pétersbourg, est allée en augmentant et en s'élevant au-dessus du niveau des eaux environnantes, grâce surtout à la canalisation du delta et aux terres extraites du lit des canaux, et qu'on déposait sur la surface des îles artificiellement créées. En 1743, Celsius détermina dans quelles proportions avait lieu cet exhaussement, et reconnut qu'il se produisait à raison de 1<sup>m</sup>,387 par siècle; mais c'était un calcul presque hypothétique qui ne pouvait servir de base aux géologues dans leurs considérations sur la formation du delta. Tout récemment, on en a cherché une autre plus sûre, et on l'a trouvée dans la comparaison des cartes et des plans du delta, dressés en 1743 et en 1889. Cette comparaison a montré que la superficie du delta de la Néva, en cent quarante-six ans, a augmenté de 405<sup>ha</sup>. C'est un chiffre exact, quoiqu'il ne donne pas la mesure de l'exhaussement du terrain qui a toujours continué artificiellement par suite du pavage des rues et d'autres travaux de terrassement. Mais, comme on n'avait rien fait pour la création des îles artificielles du côté de la mer, on peut considérer le chiffre de 405<sup>ha</sup> comme résultat de l'accroissement *naturel* du delta, c'est-à-dire du dépôt, dans la baie de Cronstadt, de sable et de limon apportés par la Néva et non par la main des hommes. Ce chiffre est très faible, en comparaison de l'agrandissement des deltas du Rhône, du Danube, du Volga; mais l'explication est facile à donner : l'eau de la Néva est très pure, ses nombreux

---

(1) Dans l'hypothèse de la communication immédiate entre le lac et le golfe, une chute d'eau fut inévitable au point de jonction des deux bassins, car le lac Ladoga est de 2<sup>m</sup>,7 (et non de 6<sup>m</sup>, comme on le supposait jusqu'à 1885) au-dessus de la mer Baltique. Or, aucune tradition ne parle de cette chute, et la navigation des bateaux scandinaves se rendant à Novgorod se faisait toujours sans obstacle.

affluents déposant leurs alluvions dans le lac de Ladoga, qui est à peine à 67<sup>m</sup> de la mer.

» Comme, à son embouchure actuelle, la Néva se divise en quatre bras principaux, dont le plus fréquenté des navires et, pour cette raison, entouré de quais en granite, est celui du sud, il était tout naturel que l'écoulement du delta se produisit surtout dans la partie nord de l'archipel, où les trois branches du fleuve déposent leurs alluvions; cette conjecture est confirmée par des observations. L'île Wassiloff, la première au nord de la grande Néva, s'est agrandie, en cent quarante-six ans, de 17<sup>m</sup>; l'île de Vieux-Petersbourg, encore plus au nord, s'est augmentée de 7<sup>m</sup>, et de suite. Quelques petites îles se sont formées aux embouchures des trois branches septentrionales et ont acquis une largeur suffisante pour qu'on put y bâtir de vastes maisons. Ainsi, l'île Jadimérovsky, qui a 11<sup>m</sup> de superficie, n'existait pas du temps de Catherine II, c'est-à-dire il y a à peine quatre-vingt-quinze ans. Plusieurs autres transformations du delta ont également eu lieu depuis 1718, et toujours dans le même sens de l'avancement des terres vers l'ouest.

» La formation de vastes bas-fonds précédait constamment l'apparition même des îles, et ce phénomène continue de nos jours. L'étendue générale des espaces actuellement couverts par la couche d'eau, qui ne dépasse pas 1<sup>m</sup> de profondeur, est égale à 1133<sup>ha</sup>, et toute la lagune qui sépare Saint-Petersbourg de Cronstadt, lagune qui a 25<sup>km</sup> de longueur et 10<sup>km</sup> à 15<sup>km</sup> de largeur, se remplit peu à peu de vase et de sable. Mais quand sera-t-elle comblée? C'est une question à laquelle on ne peut pas répondre, faute d'observations sur les changements de la profondeur dans les diverses parties de la baie. On peut seulement supposer que, lorsque la baie de Cronstadt disparaîtra, la nouvelle embouchure de la Néva se formera au sud de l'île Cotline, car le détroit au nord se remplit peu à peu de cailloux et d'autres matières, qu'on y jette pour fermer le passage aux navires de guerre qui pourraient attaquer Saint-Petersbourg, en tournant les forts de Cronstadt qui est bâtie sur la Cotline. »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart.

M. B.

-----

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

---

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 3 MARS 1890.

*Annuaire de la Marine.* 1890. Paris, Berger-Levrault et C<sup>ie</sup>; 1 vol. in-8°.

*La Société, l'École et le Laboratoire d'Anthropologie de Paris à l'Exposition universelle de 1889.* Palais des Arts libéraux. Instruction publique. Paris, Imprimeries réunies, 1889; 1 vol. gr. in-8°.

*Des endométrites infectieuses. Essai de thérapeutique utérine antiseptique; par le D<sup>r</sup> MAURICE PERAIRE.* Paris, G. Steinheil, 1889; 1 vol. in-8°. (Renvoyé au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

*Topographie médicale de Bourg-en-Bresse; par M. le D<sup>r</sup> AUBERT.* Mémoire manuscrit. (Présenté par M. le baron Larrey et renvoyé au concours de Statistique.)

A.-E. NORDENSKIÖLD. *Facsimile-Atlas to the early history of Cartography. Translated from the Swedish original by JOHAN ADOLF EKELOF and CLEMENTS R. MARKHAM.* Stockholm, MDCCCLXXXIX; 1 vol. gr. in-f°. (Présenté par M. Daubrée.)

*Journal du Congrès des Mathématiciens, des Naturalistes, des Géographes et des Médecins russes, tenu, au mois de janvier 1890, à Saint-Petersbourg;* 1 vol. in-4°.

*Atti del reale Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti, dal novembre 1888 all' ottobre 1889.* Tomo settimo, serie sesta. Dispensa terza, dispensa decima. Venezia, Presso la Segreteria dell' Istituto, 1888-1889; 8 vol. in-8°.

*Report of the first meeting of the Australasian Association for the advancement of Science, held at Sydney, New South Wales, in August and September 1888.* Sydney, 1889; 1 vol. gr. in-8°.

( 488 )

**ERRATA.**

( Séance du 24 février 1890.

Note de M. Stanislas Meunier, Contribution à l'histoire du fer chrome :

Page 425, ligne 20, au lieu de 63,06. lisez 68,06.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

### DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

SÉANCE DU LUNDI 10 MARS 1890,

PRÉSIDENCE DE M. HERMITE.

---

#### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

*Notice sur la vie et les travaux de Georges-Henri Halphen, Membre  
de la Section de Géométrie; par M. ÉMILE PICARD.*

« Il semble que l'on puisse aujourd'hui distinguer, chez les mathématiciens, deux tendances d'esprit différentes. Les uns se préoccupent principalement d'élargir le champ des notions connues; sans se soucier toujours des difficultés qu'ils laissent derrière eux, ils ne craignent pas d'aller en avant et recherchent de nouveaux sujets d'études. Les autres préfèrent rester, pour l'approfondir davantage, dans le domaine de notions mieux élaborées; ils veulent en épuiser les conséquences, et s'efforcent de mettre en évidence dans la solution de chaque question les véritables éléments dont elle dépend. Ces deux directions de la pensée mathématique s'ob-

servent dans les différentes branches de la Science; on peut dire toutefois d'une manière générale, que la première tendance se rencontre le plus souvent dans les travaux qui touchent au Calcul intégral et à la théorie des fonctions; les travaux d'Algèbre moderne et de Géométrie analytique relèvent surtout de la seconde. C'est à celle-ci que se rattache principalement l'œuvre d'Halphen : ce profond mathématicien fut avant tout un algébriste. Les problèmes difficiles d'Algèbre et de Géométrie énumérative, par lesquels il débuta dans la Science, et où une solution n'a de prix que si elle est complète et définitive, l'habituaient à creuser à fond les questions qu'il étudiait. On retrouve dans tous ses écrits le souci constant de ne rien laisser d'inachevé. Mettant à profit, avec un art consommé, le secours que peuvent se prêter les diverses parties des Mathématiques, il a su pousser jusqu'à leur dernier terme les solutions des problèmes qu'il s'est posés. Son œuvre, si parfaite, laissera dans la Science une trace durable.

» Georges-Henri Halphen naquit à Rouen, le 30 octobre 1844; il entra à l'École Polytechnique en 1862, et, à sa sortie en 1866 de l'École d'Application de Metz, fut envoyé comme lieutenant d'Artillerie à Auxonne d'abord et ensuite à Strasbourg. Le premier travail mathématique que nous ayons à mentionner date de 1869. Il est relatif à la recherche du nombre des droites communes à deux congruences. Halphen avait trouvé sa voie; nous allons le voir bientôt attaquer successivement, et avec plein succès, les problèmes les plus difficiles relatifs à la théorie géométrique de l'élimination et à la théorie des courbes algébriques. Travaillant en silence, il s'était initié, pendant les années précédentes, aux méthodes de l'Algèbre et de la Géométrie modernes. Dès cette époque, il était en possession de résultats de la plus haute importance, concernant les courbes gauches algébriques, et les communiquait très succinctement à l'Académie dans les premiers mois de 1870. Nous reparlerons de ce beau Mémoire, que d'autres productions d'Halphen égalent peut-être, mais certainement ne dépassent pas. Maintenant c'est sur un autre terrain que le lieutenant d'artillerie va déployer son énergie et montrer sa valeur. Il était à Besançon au mois de juillet 1870; après s'être occupé activement de l'armement de cette place, il arriva à Paris, très souffrant encore d'une chute de cheval qu'il venait de faire. Malgré l'avis de son médecin, il partit peu de jours après pour Mézières; employé d'abord à la défense de cette ville, il eut la chance de la quitter avant son investissement complet, et alla retrouver au nord l'armée du général Faidherbe. Là il prit part à la bataille de Pont-Noyelles, où il fut fait chevalier de la Légion d'honneur, puis aux

batailles de Bapaume et de Saint-Quentin. Il était nommé capitaine à la fin de cette campagne, dans laquelle il s'était signalé par des actions d'éclat, qui lui valurent l'honneur d'une citation dans le récit du général Faidherbe sur les opérations de l'armée du Nord.

» En 1872, Halphen se fixe à Paris, où il devient répétiteur à l'École Polytechnique et reprend ses études scientifiques. De tous les travaux de cette partie de sa vie, ceux qui lui ont coûté le plus d'efforts sont relatifs à la théorie célèbre des caractéristiques. A la suite des recherches de M. de Jonquières et de Chasles, l'étude des systèmes algébriques de coniques, dépendant d'un paramètre arbitraire, préoccupait vivement les géomètres. Chasles avait, par induction, trouvé une loi générale faisant connaître le nombre des coniques satisfaisant à une condition donnée. Ce nombre se composait d'une somme de deux termes, chacun de ceux-ci étant un produit de deux facteurs, dont l'un dépendait seulement du système et l'autre de la condition. Halphen, en même temps que plusieurs autres géomètres éminents, s'efforça de démontrer la loi de Chasles. Il crut même en avoir trouvé une démonstration; mais, bientôt après, s'apercevant d'une erreur dans ses raisonnements, il fut conduit à soupçonner que la loi était inexacte, et reprit l'étude de la question. Après de longues recherches, il eut la satisfaction d'arriver à la solution complète par une méthode dont on ne peut trop louer l'originalité. On peut faire correspondre uniformément les coniques d'un système aux points d'une courbe algébrique convenable; de même, on fera correspondre à la condition donnée une autre courbe algébrique. C'est la considération de ces deux lignes qui conduit Halphen au résultat cherché. En particulier, pour que l'énoncé de Chasles soit exact, il faut et il suffit que l'une d'elles ne passe pas à l'origine des coordonnées. Il en sera toujours ainsi, si le système de coniques ne présente que des singularités ordinaires, c'est-à-dire des singularités qui existent nécessairement dans l'ensemble d'un système et de son corrélatif. Cette distinction entre les singularités ordinaires ou nécessaires et les singularités extraordinaires avait été pour Halphen, au début de ces études, un trait de lumière. Elle lui était bien familière dans une autre théorie, dont il s'occupait en même temps, celle des courbes algébriques, à laquelle il consacra de nombreux Mémoires.

» Les points singuliers jouent dans l'étude des courbes algébriques un rôle considérable. Les principes pour la discussion d'une telle courbe dans le voisinage d'un point avaient été établis définitivement par Puiseux. D'autre part, Riemann, dans sa théorie des fonctions abéliennes, avait in-

traduit la notion capitale du genre des courbes algébriques, et partage celles-ci en différentes classes, deux courbes étant de la même classe quand elles se correspondent uniformément. L'illustre géomètre, qui aimait les grands horizons, avait peu insisté sur plus d'un point difficile, en particulier sur ce qui concerne les singularités élevées. Halphen donne une formule générale, applicable à tous les cas, pour la détermination du genre d'une courbe algébrique; puis, passant à l'étude des courbes d'une même classe, il approfondit une proposition remarquable donnée par M. Noether, d'après laquelle on peut trouver dans toute classe des courbes n'ayant que des singularités ordinaires. Le savant géomètre allemand employait pour cette transformation une succession de substitutions quadratiques; Halphen veut trouver une transformée ayant avec la courbe initiale des rapports géométriques simples: il y réussit de deux manières différentes. Dans une première solution, il établit que toute courbe plane algébrique est la perspective d'une courbe gauche n'ayant qu'un point singulier, et telle qu'en ce point toutes les branches aient des tangentes distinctes; faisant alors la perspective de cette courbe gauche d'un point de vue arbitraire, il obtient la transformée cherchée. La seconde solution se rattache à l'étude d'une série de courbes analogues aux développées, dans laquelle apparaissent dans tout leur éclat la science profonde et le remarquable talent de notre auteur. Prenant une conique arbitraire dans le plan de la courbe à transformer, il considère en chaque point de celle-ci sa tangente et la polaire du point par rapport à la conique; le lieu de l'intersection de ces deux droites donne une transformée uniforme de la courbe. Halphen établit qu'après avoir répété un nombre fini de fois cette transformation, on arrivera à une courbe n'ayant plus que des points singuliers ordinaires. Puis il démontre ce théorème si curieux et si caché, qu'à partir d'un certain rang les degrés et les classes des transformées précédentes forment deux progressions arithmétiques de même raison. Ce beau résultat comprend, comme cas particulier, cette étonnante propriété des développées des courbes algébriques, dont les degrés et les classes sont, à partir d'un certain rang, en progression arithmétique.

» Ces travaux approfondis sur la théorie des courbes permirent à Halphen de reprendre ses études sur l'élimination. La recherche des points d'une courbe algébrique, qui satisfont à une condition exprimée par une équation différentielle algébrique donnée, se présente en Géométrie dans divers cas particuliers, par exemple dans la recherche des points d'inflexion. La question méritait d'être abordée dans toute sa généralité.



Halphen se place au même point de vue que dans la théorie des caractéristiques, c'est-à-dire cherche à mettre en évidence les éléments relatifs à la courbe et les éléments dépendant de la condition, qui est ici l'équation différentielle. Pour les équations du premier ordre, la solution est de même forme que dans le cas classique des caractéristiques ; pour celles du second ordre, on a encore une formule analogue, mais renfermant trois termes au lieu de deux. La généralisation semble immédiate, mais l'analogie tromperait étrangement ; pour les équations d'ordre supérieur, on ne peut plus d'une manière générale fixer de limites pour le nombre des termes. C'est là un résultat dont l'intérêt philosophique est très grand ; il montre, avec la dernière évidence, que les singularités élevées des courbes algébriques ne peuvent avoir pour équivalents, dans toute question, un nombre déterminé de singularités ordinaires indépendant à la fois de cette question et de la courbe que l'on étudie. Bientôt après, ces difficiles recherches sont étendues aux courbes gauches, et, dans quelques cas particuliers, aux surfaces algébriques.

» Dans un des Mémoires précédents, Halphen avait rencontré des équations différentielles restant inaltérées par une transformation homographique quelconque. Ce nouveau genre d'invariance excita son intérêt ; il réussit à former toutes les équations jouissant de cette propriété, et présenta ce travail comme Thèse, en 1878, sous le titre d'*Invariants différentiels*. L'équation différentielle des lignes droites et celle des coniques donnaient immédiatement deux exemples d'invariants. La découverte d'un invariant du septième ordre, amenée par les considérations géométriques les plus ingénieuses, permit à Halphen de développer la théorie générale qu'il étendit ensuite aux courbes gauches.

» Ces résultats, si intéressants en eux-mêmes, allaient permettre à leur auteur d'aborder une importante question de Calcul intégral. Dans deux Notes mémorables, Laguerre venait d'appeler l'attention des géomètres sur les invariants des équations différentielles linéaires. Halphen voit de suite le rapport qu'il y a entre ses recherches antérieures et la notion nouvelle introduite par Laguerre ; ainsi assuré, en quelque sorte *a priori*, de la possibilité d'édifier une théorie complète des invariants des équations linéaires, il s'attaque à ce nouveau problème et en approfondit tous les détails. Le nombre des invariants absolus distincts d'une équation linéaire est inférieur de deux unités à son ordre ; on peut les obtenir d'une manière régulière, en ramenant l'équation à une forme canonique, forme dont l'introduction dans cette question, comme dans certaines théories

algébriques parallèles, est bien digne de remarque. Halphen montra l'intérêt de ses recherches au point de vue du Calcul intégral, en apprenant à reconnaître si une équation différentielle linéaire est susceptible d'être ramenée à certains types connus déjà intégrés, au moyen d'un changement de variable et de fonction qui n'altère pas sa forme. On comprend que les relations entre les invariants absolus doivent jouer, dans une telle question, un rôle capital; c'est, en effet, de la nature de ces relations qu'Halphen déduisit la solution du beau problème qu'il s'était posé. L'Académie avait proposé, comme sujet du grand prix des Sciences mathématiques pour 1880, de perfectionner la théorie des équations différentielles linéaires; le prix fut décerné au Mémoire *Sur la réduction des équations linéaires aux formes intégrables*.

» Bientôt après, Halphen remportait un nouveau succès académique. L'Académie des Sciences de Berlin avait mis au concours, pour le prix Steiner de 1882, la solution d'une question importante concernant les courbes gauches algébriques. Halphen, nous l'avons dit, possédait, dès 1870, d'importants résultats sur cette théorie; ce lui fut l'occasion de reprendre son travail qui n'avait pas été publié, et de le compléter. Il l'envoya au concours et reçut le prix, qui fut doublé, en même temps que M. Noëther. Cet admirable Mémoire me paraît l'œuvre la plus profonde d'Halphen. Il a réussi à énumérer et à classer en diverses familles les courbes d'un même degré. Dans la théorie si difficile des courbes gauches algébriques, c'est sur l'extension des formules de Plücker qu'avaient d'abord porté les efforts des géomètres; elle fut obtenue, il y a longtemps déjà, par M. Cayley, et complétée par M. Salmon. Dans ces formules s'introduisent, outre le degré, certains nombres entiers relatifs à la courbe considérée; mais ceux-ci ne suffisent pas, en général, à distinguer une famille de courbes. Parmi eux, il en est un d'une importance extrême; c'est le nombre des points doubles apparents. Pour une courbe d'un degré donné, ce nombre a une limite supérieure, facile à obtenir. Bien autrement cachée était la limite inférieure; Halphen réussit à trouver la limite véritable, c'est-à-dire celle qui peut être effectivement atteinte, et démontre ce résultat si saillant que les courbes correspondantes sont situées sur des surfaces du second degré. La classification repose sur la considération de l'ordre minimum d'une surface algébrique passant par la courbe gauche; pour l'obtenir, Halphen introduit différentes fonctions numériques du degré de la courbe, dont les valeurs sont comprises entre le maximum et le minimum que nous venons de signaler, et l'ordre cherché dépend

de la place qu'occupe dans cette suite le nombre des points doubles apparents. Les méthodes générales sont appliquées à la classification complète des courbes jusqu'au vingtième degré, et à celle des courbes de degré cent vingt.

» Je ne puis parcourir l'œuvre entière d'Halphen ; à côté de ces études de longue haleine, dont nous avons essayé de donner une idée, nous pourrions citer d'autres Mémoires de moindre étendue, où nous retrouverions une pensée originale. Mentionnons au moins un travail sur la théorie des séries, qui renferme des résultats inattendus ; une série très générale, procédant suivant certains polynômes entiers, dont chacun est la dérivée du suivant, et qui semble susceptible de représenter des fonctions très variées, ne peut au contraire être employée que pour le développement de fonctions entières, jouissant elles-mêmes d'un caractère très spécial. De tels résultats, tout négatifs qu'ils soient, sont d'un grand intérêt ; ils nous montrent une fois de plus avec quelle prudence on doit procéder dans l'emploi de nouveaux modes de développements des fonctions. Ces constatations ont d'ailleurs leur mélancolie, car elles peuvent inquiéter pour plus d'un développement, usité dans les applications, et dont la légitimité est pour le moins douteuse.

» Ces travaux considérables avaient placé Halphen parmi les géomètres des plus éminents de l'Europe. Le 15 mars 1886, l'Académie des Sciences, dont il avait été trois fois le lauréat, le désignait à la presque unanimité des suffrages, pour remplir la place vacante, dans la Section de Géométrie, par le décès de M. Bouquet. Halphen était chef d'escadron depuis le 13 juillet 1884, et il avait, peu de temps auparavant, été nommé examinateur d'admission à l'École Polytechnique. Dans ces concours, où sont en présence de si sérieux intérêts, ce n'est pas une tâche facile que d'exprimer, par un nombre, son opinion sur la valeur d'un candidat. Jugeant de ce qu'il sait, on voudrait aussi apprécier l'effort intellectuel dont il sera plus tard capable ; difficulté d'autant plus grande, qu'une préparation excellente, mais ayant quelquefois cherché à tout prévoir, peut provoquer l'illusion. Dans ses nouvelles fonctions, Halphen montra, dès le début, beaucoup de pénétration. Enchaînant ses questions avec une grande habileté, il parcourait sans effort le cycle entier du programme et il a laissé le souvenir d'un examinateur incomparable.

» Tous ceux qui ont approché Halphen ont apprécié ce caractère noble et loyal, que blessait et irritait la moindre injustice. Quand l'intérêt de la Science lui paraissait en jeu, il exprimait sans réserves son opinion. Bien-

veillant pour les travaux qu'il avait à juger, quand il croyait y trouver une idée, il aimait peu les généralisations faciles qui, disait-il, encombrant la Science.

» Au mois d'octobre 1886, Halphen voulut reprendre dans l'armée un service actif, et fut chargé du commandement des batteries au 11<sup>e</sup> régiment à Versailles. C'était une lourde tâche qui venait s'ajouter à l'effort considérable que lui demandait en ce moment même la préparation de son *Traité sur les fonctions elliptiques*.

» On ne peut parler sans tristesse de cette Oeuvre, interrompue par une impitoyable fatalité, où l'auteur s'était proposé de développer la théorie des fonctions elliptiques sous la forme qui lui paraissait la plus avantageuse pour les applications, et en même temps de donner de celles-ci un tableau complet. Halphen était depuis longtemps familier avec cette théorie. Ses recherches sur les équations différentielles linéaires avaient principalement porté autrefois sur les équations à coefficients doublement périodiques; plus récemment un mémoire sur une courbe élastique l'avait forcé à faire une discussion approfondie des divers cas qui peuvent se présenter dans le problème de l'inversion. Les deux premiers Volumes seuls ont paru; le premier est consacré à la théorie générale, le second traite des applications à la Mécanique, à la Géométrie et au Calcul intégral. Ils exerceront une grande influence sur l'enseignement de cette importante branche de la Science. Les questions traitées trouvent là leur solution définitive. Les transcendentes elliptiques y sont maniées avec la même aisance que les fonctions circulaires dans d'autres sujets plus élémentaires; les formules de cette autre Trigonométrie sont sans doute plus complexes, mais cette complication, tenant à la nature des choses, semble réduite autant qu'il est possible.

» Le troisième Volume devait traiter des applications algébriques et arithmétiques; c'eût été, sans aucun doute, la partie maîtresse de ce bel Ouvrage. C'est là que se serait déployé dans tout son éclat le talent d'Halphen, rompu aux problèmes les plus abstraits de l'Algèbre. Après de laborieux efforts, ce puissant esprit avait enfin triomphé des difficultés énormes que présentait un tel sujet, et il allait se mettre à la rédaction définitive. Le temps ne devait pas lui être donné pour achever son oeuvre. Le 21 mai dernier, il était enlevé à l'affection des siens, après une courte maladie, à l'âge de quarante-quatre ans. Ce fut un deuil cruel pour la Science française, dont il était un des plus éminents représentants, et aussi pour notre armée qui perdit en lui un officier supérieur du plus grand avenir. Tous

les amis d'Halphen garderont le souvenir de cet homme de cœur, qui mourut avant l'heure en travaillant noblement pour la Science et pour son pays. Sa vie trop courte aura du moins été bien remplie, il laisse un nom et une œuvre qui ne périront point. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les phénomènes optiques qui ont été visibles, autour du Soleil, le 3 mars 1890.* Note de M. A. CORNU.

« Lundi dernier, 3 mars, vers 3<sup>h</sup> 45<sup>m</sup>, on voyait autour du Soleil un ensemble de phénomènes optiques rarement visibles simultanément dans nos climats, à savoir le halo de 22° avec ses deux parhélies, ses deux arcs parhéliques horizontaux et son arc tangent supérieur, le tout enveloppé du halo de 46° offrant aussi son arc tangent supérieur: C'était exactement la reproduction du frontispice de la *Météorologie* de Kaemtz, représentant les phénomènes observés à Piteå, en Suède, le 4 octobre 1839.

» Les parhélies étaient particulièrement brillants sur le Soleil brumeux et présentaient bien l'apparence de deux soleils perçant le brouillard: chacun d'eux offrait une sorte de panache horizontal ou arc parhélique, qui se prolongeait en s'estompant vers l'extérieur du halo.

» Les arcs tangents étaient tous deux vivement colorés: celui du halo de 22° était remarquable par sa longueur et sa forme ondulée.

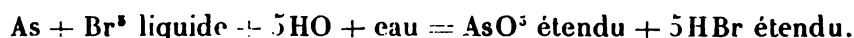
» J'ai déjà eu l'occasion (*Comptes rendus*, t. CII, p. 1210; 1886) d'attirer l'attention des météorologistes sur l'importance de ces apparitions pour la prévision du temps. J'ajouterai que l'observation du spectre solaire, le même jour, aux environs de midi, au moment où le halo de 22° commençait à apparaître, était d'accord avec ces phénomènes pour signaler dans les régions supérieures de l'atmosphère des courants humides et chauds, malgré le froid exceptionnel de la matinée (minimum à Paris, le 3 mars, — 11°). Lorsque les conditions météorologiques sont stationnaires, j'ai reconnu que l'effacement des raies aqueuses au voisinage de D coïncide avec des froids aussi exceptionnels pour la saison. Or ces raies aqueuses étaient, le 3 mars, beaucoup moins effacées que le 28 février: ce jour-là elles avaient à peu près complètement disparu, quoique le minimum de la matinée n'eût pas dépassé — 4°.

» La violente bourrasque apparue le lendemain au nord de l'Europe était donc signalée par les deux espèces de phénomènes optiques, de nature si différente, décrits ci-dessus.

» L'apparition des arcs tangents <sup>(1)</sup>, qui correspondent à une orientation dans le plan horizontal des aiguilles glacées, me paraît susceptible de donner des indications précises sur la direction de ces courants supérieurs et de fixer certaines conditions qui déterminent la marche des bourrasques. Mais il faudra, pour arriver à des règles précises, multiplier les observations et les comparer aux autres données caractérisant les mouvements de l'atmosphère aux mêmes instants. »

**THERMOCHIMIE.** --- *Recherches thermiques sur les états allotropiques de l'arsenic*; par MM. **BERTHELOT** et **ENGEL**.

« Nous avons entrepris de comparer, au point de vue thermochimique, l'arsenic amorphe avec l'arsenic cristallisé. L'arsenic amorphe a été préparé en réduisant l'acide arsénieux par l'acide hypophosphoreux; on l'a lavé convenablement, puis desséché dans le vide, à froid. L'arsenic métallique a été réduit en poudre fine et lavé de même, pour le débarrasser d'acide arsénieux. Les deux variétés d'arsenic ont été traitées comparativement par le brome, en présence de l'eau, dans le calorimètre. Nous n'avons pas réussi par ce procédé à les dissoudre complètement, même avec un excès de brome, dans un espace de temps suffisamment court; ce qui nous a obligés à opérer en sens inverse, c'est-à-dire à faire absorber un poids donné de brome par un excès notable d'arsenic métallique, jusqu'à décoloration totale, opération qui a exigé de 5 à 7 minutes, dans nos essais. La réaction est la suivante :



Elle a dégagé, vers 7°, pour As = 75<sup>gr</sup> :

|                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| Arsenic cristallisé..... | -- 83 <sup>Cal</sup> , 0 |
| Arsenic amorphe.....     | -- 84 <sup>Cal</sup> , 1 |

» Ces nombres ne s'écartent guère du chiffre -- 83<sup>Cal</sup>, 7 obtenu par M. Thomsen, à 18°, avec l'arsenic cristallisé. Ils montrent que les deux

(<sup>1</sup>) Le 30 janvier, à 9<sup>h</sup> du matin, j'ai observé à Courtenay (Loiret) un très bel arc tangent au halo de 22° : les bourrasques du nord de l'Europe, qui avaient cessé depuis quelques jours, ont repris avec intensité le surlendemain : ces coïncidences méritent attention.

variétés d'arsenic dégagent des quantités de chaleur presque identiques, en formant une même combinaison. L'écart observé est trop faible même pour être garanti avec certitude, en raison de la présence, difficile à éviter, de petites quantités d'acide arsénieux.

» Ces relations sont du même ordre de grandeur que celles qui existent entre les graphites <sup>(1)</sup> et le diamant (chaleurs de combustion respectives : 94,8 et 94,3) et entre le soufre cristallisé et le soufre amorphe <sup>(2)</sup>, dont la transformation réciproque donne lieu à un phénomène thermique nul vers 18°.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur l'absorption de l'ammoniaque de l'atmosphère par la terre végétale*; par M. H. SCHLÆSING. Deuxième Note <sup>(3)</sup>.

« DEUXIÈME GROUPE. — *h*, terre de Boulogne 641<sup>gr</sup>; cette terre contient 37 pour 100 de carbonate de chaux;

» *i*, terre de Neauphe 548<sup>gr</sup> non calcaire;

» *j*, sous-sol de la terre de Neauphe 487<sup>gr</sup>.

» Durée de l'exposition à l'air, 115 jours, du 4 mai 1888 au 27 août.

» L'humidité des trois terres a été entretenue par des arrosages journaliers.

» Dans 100<sup>gr</sup> de terre sèche :

|                | Azote ammoniacal. |        |             | Azote nitrique. |        |             | Azote total. |        |             |
|----------------|-------------------|--------|-------------|-----------------|--------|-------------|--------------|--------|-------------|
|                | Avant.            | Après. | Différence. | Avant.          | Après. | Différence. | Avant.       | Après. | Différence. |
| <i>h</i> ..... | 0,69              | 1,24   | +0,55       | 0,93            | 12,29  | +11,36      | 204,5        | 214,9  | +10,4       |
| <i>i</i> ..... | 0,54              | 1,64   | +1,10       | 0,75            | 11,26  | +10,51      | 108,2        | 117,3  | + 9,1       |
| <i>j</i> ..... | 0,40              | 1,81   | +1,41       | 0,10            | 6,19   | + 6,09      | 54,9         | 63,8   | + 8,9       |

Gain total de chaque terre.

|                | Gain pour 100 <sup>gr</sup> de terre sèche. | Poids de terre. |     | Surface de la terre. | Gain. | Gain rapporté à l'hectare et à un an. |
|----------------|---|-----------------|-----|----------------------|-------|---------------------------------------|
|                |   | kr              | dmq |                      |       |                                       |
| <i>h</i> ..... | 10,4  | en 115 jours    | 641 | 2,35                 | 66,7  | 90,1                                  |
| <i>i</i> ..... | 9,1   | »               | 548 | 2,10                 | 49,9  | 75,4                                  |
| <i>j</i> ..... | 8,9   | »               | 487 | 2,07                 | 43,3  | 66,4                                  |

<sup>(1)</sup> BERTHELOT et PETIT, *Annales de Chimie et de Physique*, 6<sup>e</sup> série, t. XVIII, p. 106.

<sup>(2)</sup> BERTHELOT, même Recueil, 4<sup>e</sup> série, t. XXVI, p. 468. — Vers 112°, le soufre insoluble se change au contraire en soufre ordinaire, avec dégagement de chaleur (p. 464).

<sup>(3)</sup> La présente Note est la suite de celle qui a été insérée aux *Comptes rendus de la dernière séance de l'Académie*.

( 500 )

» Du 3 mai au 25 juillet, l'eau acidulée a absorbé 63<sup>mg</sup>,7 d'ammoniaque, soit 0<sup>mg</sup>,374 pour 1<sup>dmq</sup>, et en un jour; d'où

$$\text{correction } \frac{0,20}{0,374} = 0,534.$$

» Les gains, rapportés à l'hectare et à l'année, se réduisent aux chiffres suivants, après multiplication par 0,534,

|                |      |
|----------------|------|
| <i>h</i> ..... | 47,1 |
| <i>i</i> ..... | 39,2 |
| <i>j</i> ..... | 34,4 |

» On voit que la terre contenant 37 pour 100 de carbonate de chaux a absorbé plus d'ammoniaque que les deux autres, qui sont privées de calcaire.

» TROISIÈME GROUPE. — Les terres employées dans les expériences de ce groupe sont exclusivement calcaires (1) :

|  | Calcaire<br>pour 100. |
|--|-----------------------|
| <i>k</i> . } Terre de Barbery (Calvados), en jachère après blé.....                              | 2,8                   |
| { Sous-sol de cette terre, pris à la profondeur de 50 <sup>cm</sup> à 55 <sup>cm</sup> .....     | 2,1                   |
| <i>l</i> . } Terre d'un champ de la plaine de Caen, portant du trèfle depuis<br>deux ans.....    | 7,35                  |
| { Sous-sol de cette terre pris à la profondeur de 30 <sup>cm</sup> à 35 <sup>cm</sup> .....      | 6,66                  |
| <i>m</i> . } Autre terre de la plaine de Caen, portant blé d'hiver.....                          | 4,4                   |
| { Sous-sol de cette terre, pris à la profondeur de 30 <sup>cm</sup> à 35 <sup>cm</sup> .....     | 4,8                   |
| <i>n</i> . } Autre terre de la plaine de Caen, près l'abbaye d'Andennes, por-<br>tant colza..... | 11,15                 |
| { Sous-sol de cette terre, pris à la profondeur de 40 <sup>cm</sup> à 45 <sup>cm</sup> .....     | 10,25                 |

» Le calcaire a été dosé dans ces terres par le procédé de M. de Mondésir, fondé sur la mesure de la tension de l'acide carbonique mis en liberté par un acide.

» Prélevées les 10 et 11 juin 1889, les terres m'ont été remises le 12.

» Je les ai aussitôt passées au crible (mailles de 2<sup>mm</sup>), pour éliminer les graviers et débris organiques. J'ai dosé, sans tarder, dans chacune d'elles, l'ammoniaque et l'acide nitrique; en même temps, j'en ai desséché

---

(1) Je m'abstiens de rapporter les résultats de leur analyse physique; je dirai seulement que la proportion d'argile y varie entre 11 et 30 pour 100; le sable fin y domine. Ce sont des terres meubles, de bonne qualité.



dans le vide des quantités suffisantes pour les dosages ultérieurs de l'azote total.

» Commencées le 17 juin, les huit expériences ont pris fin du 27 novembre au 5 décembre.

» L'humidité a été constamment entretenue par des arrosages journaliers.

» La moyenne des quantités d'ammoniaque absorbées en un jour par une surface d'eau acidulée de 1<sup>dmq</sup> a été, au cours de ces expériences, de 0<sup>mgr</sup>,314, ce qui donne, pour la correction relative à l'agitation de l'air, la fraction  $\frac{0,20}{0,314} = 0,637$ .

» Dans 100<sup>gr</sup> de terre sèche :

|                          | Azote ammoniacal. |        |             | Azote nitrique. |        |             | Azote total. |        |             |
|--------------------------|-------------------|--------|-------------|-----------------|--------|-------------|--------------|--------|-------------|
|                          | Avant.            | Après. | Différence. | Avant.          | Après. | Différence. | Avant.       | Après. | Différence. |
|                          | mgr               | mgr    | mgr         | mgr             | mgr    | mgr         | mgr          | mgr    | mgr         |
| <i>k.</i> { Sol. . . . . | 0,21              | 0,78   | +0,57       | 1,03            | 11,47  | +10,44      | 141,9        | 151,6  | + 9,7       |
| Sous-sol.                | 0,20              | 0,48   | +0,28       | 1,17            | 9,49   | + 8,32      | 75,2         | 84,7   | + 9,5       |
| <i>l.</i> { Sol. . . . . | 0,13              | 0,41   | +0,28       | 1,17            | 10,84  | + 9,67      | 274,4        | 285,9  | +11,5       |
| Sous-sol.                | 0,11              | 0,43   | +0,32       | 1,05            | 8,96   | + 7,91      | 173,9        | 185,3  | +11,4       |
| <i>m.</i> { Sol. . . . . | 0,16              | 0,58   | +0,42       | 1,28            | 13,06  | +11,78      | 194,8        | 206,9  | +12,1       |
| Sous-sol.                | 0,09              | 0,40   | +0,31       | 0,75            | 8,88   | + 8,13      | 118,8        | 126,3  | + 7,5       |
| <i>n.</i> { Sol. . . . . | 0,27              | 0,45   | +0,18       | 4,09            | 16,38  | +12,29      | 202,3        | 212,8  | +10,5       |
| Sous-sol.                | 0,12              | 0,25   | +0,13       | 0,52            | 8,48   | + 7,96      | 71,3         | 79,6   | + 8,3       |

|                          | Gain pour 100 <sup>gr</sup> de terre sèche. | Gain total de chaque terre. |                      |       | Gain rapporté à l'hectare et à l'année |                          |
|--------------------------|---|-----------------------------|----------------------|-------|--|--------------------------|
|                          |   | Poids de la terre.          | Surface de la terre. | Gain. | dans le canal.                         | à l'air libre (corrige). |
|                          | mgr   | kr                          | dmq                  | mgr   | kg                                     | kg                       |
| <i>k.</i> { Sol. . . . . | 9,7 en 170 jours.                           | 611                         | 1,97                 | 59,3  | 64,6                                   | 41,1                     |
| S.-sol. . .              | 9,5   | 527                         | 1,99                 | 50,1  | 53,9                                   | 34,3                     |
| <i>l.</i> { Sol. . . . . | 11,5  | 527                         | 1,92                 | 60,6  | 67,4                                   | 42,9                     |
| S.-sol. . .              | 11,4  | 560                         | 2,16                 | 63,8  | 63,0                                   | 40,1                     |
| <i>m.</i> { Sol. . . . . | 12,1  | 544                         | 2,02                 | 65,8  | 73,0                                   | 46,5                     |
| S.-sol. . .              | 7,5   | 586                         | 2,02                 | 44,0  | 48,3                                   | 30,8                     |
| <i>n.</i> { Sol. . . . . | 10,5  | 540                         | 1,96                 | 56,7  | 63,9                                   | 40,7                     |
| S.-sol. . .              | 8,3   | 571                         | 2,01                 | 47,4  | 52,2                                   | 33,2                     |

» La faculté d'absorber l'ammoniaque atmosphérique semble ne pas différer beaucoup dans ces sols, du moins quand ils sont humides, et l'on

ne découvre pas de relation entre elle et le taux d'azote total. facteur si important de la fertilité. Ainsi les sols *l* et *k*, qui contiennent des quantités très différentes d'azote total, 2,74 et 1,42 pour 1000, ont absorbé des quantités d'ammoniaque à peu près égales, 42<sup>kg</sup>,9 et 41<sup>kg</sup>,1.

» QUATRIÈME GROUPE. — Les expériences du quatrième groupe ont été faites en même temps que celles du troisième et avec les mêmes terres. En les instituant, je me suis proposé de prouver que des terres calcaires peuvent absorber l'ammoniaque atmosphérique, alors même qu'elles ne reçoivent jamais d'eau et paraissent desséchées. Elles ne le sont pas tout à fait, en réalité; il leur reste toujours une petite proportion d'eau variant de  $\frac{1}{2}$  à  $\frac{1}{4}$  pour 100, selon l'état hygrométrique de l'air.

» Le canal ne pouvant contenir sur une même ligne tous les vases des deux groupes, je l'ai coupé à mi-hauteur par une étagère, ce qui m'a permis de disposer les vases en deux rangées. Les terres sèches étaient placées à l'avant des terres humides.

» Dans les expériences des trois premiers groupes, je n'ai pas renouvelé les surfaces de mes terres par un simulacre de binage. Les labours et autres façons données à une terre nue ne peuvent que faciliter la fixation de l'ammoniaque, en exposant à l'air des parties du sol précédemment enfouies et possédant toute leur puissance d'absorption. Je n'ai pas voulu favoriser de la sorte cette fixation, pensant que mes résultats n'en seraient que plus démonstratifs. Mais, dans les expériences du quatrième groupe, je n'ai pas craint de remuer fréquemment mes terres, pour activer la fixation de l'ammoniaque. Il ne s'agissait plus, en effet, de mesurer l'alcali absorbé en un temps déterminé par une surface donnée, mais seulement d'établir que la terre sèche est capable d'en prélever sur l'atmosphère une très notable quantité.

» Une terre qui a été tamisée, puis séchée à l'air, demeure à l'état de particules dénuées d'adhérence; il m'était donc bien facile de renouveler les surfaces de mes terres, simplement en les versant sur une feuille de papier et les reversant de là dans leurs vases. Cette manipulation avait lieu une fois par semaine.

» Les expériences ont duré du 12 juin 1889 aux 17-24 janvier 1890.

» J'ai suivi les progrès de l'absorption, en composant à diverses reprises, avec des quantités égales de chaque terre, un échantillon moyen dans lequel j'ai dosé l'ammoniaque. J'ai obtenu les chiffres suivants :

| Dates.            | AzH <sup>3</sup> dans 100 <sup>gr</sup><br>de<br>terre sèche. |
|-------------------|---|
| 12 juin.....      | 0,16  |
| 27 juillet.....   | 2,2   |
| 21 août.....      | 3,58  |
| 18 septembre..... | 5,90  |
| 18 novembre.....  | 8,10  |
| 27 décembre.....  | 9,30  |

» Je ne sais si j'étais arrivé, le 27 décembre, à la limite de l'absorption; cependant, trouvant celle-ci suffisante, j'ai mis fin aux expériences peu de temps après.

» Dans 100<sup>gr</sup> de terre sèche :

|                      | Azote ammoniacal. |        |             | Azote nitrique. |        |             | Azote total. |        |             |
|----------------------|-------------------|--------|-------------|-----------------|--------|-------------|--------------|--------|-------------|
|                      | Avant.            | Après. | Différence. | Avant.          | Après. | Différence. | Avant.       | Après. | Différence. |
| <i>k.</i> { Sol..... | 0,21              | 11,07  | +10,86      | 1,03            | 1,05   | +0,02       | 141,9        | 153,8  | +11,9       |
| { Sous-sol.          | 0,20              | 9,46   | + 9,26      | 1,17            | 0,96   | -0,21       | 75,2         | 85,1   | + 9,9       |
| <i>l.</i> { Sol..... | 0,13              | 9,67   | + 9,54      | 1,17            | 1,33   | +0,16       | 274,4        | 288,8  | +14,4       |
| { Sous-sol.          | 0,11              | 8,61   | + 8,50      | 1,05            | 1,36   | +0,31       | 173,9        | 191,3  | +17,4       |
| <i>m.</i> { Sol..... | 0,16              | 8,18   | + 8,02      | 1,28            | 1,89   | +0,61       | 194,8        | 209,6  | +14,8       |
| { Sous-sol.          | 0,09              | 8,69   | + 8,60      | 0,75            | 0,94   | +0,19       | 118,8        | 135,5  | +16,7       |
| <i>n.</i> { " " " "  | "                 | "      | "           | "               | "      | "           | "            | "      | "           |
| { Sous-sol.          | 0,12              | 7,19   | + 7,07      | 0,52            | 0,67   | +0,15       | 71,3         | 79,6   | + 8,3       |
|                      | Gain moyen..      |        |             |                 |        |             | Gain moyen.. |        |             |
|                      | + 8,83            |        |             |                 |        |             | +13,30       |        |             |

» Il ressort de ce Tableau que des terres calcaires, séchées au contact de l'atmosphère, ont pu absorber jusqu'à 108<sup>mgr</sup> d'azote ammoniacal par kilogramme, soit 130<sup>mgr</sup> d'ammoniaque.

» Pas plus que lorsqu'elles étaient humides, ces terres n'ont présenté de différences bien notables sous le rapport de leur pouvoir d'absorption.

» La nitrification y a été presque nulle, ce qui pouvait être prévu.

» La quantité d'azote contenue finalement dans chaque terre à l'état d'ammoniaque ne représente pas tout le gain mis en évidence par les dosages d'azote total, et son infériorité ne peut être attribuée à des erreurs provenant de l'imperfection des procédés analytiques. Il est probable qu'une partie de l'ammoniaque absorbée a formé, avec certaines matières organiques, des composés assez stables pour ne pas régénérer l'ammoniaque, en présence de l'acide très dilué que j'emploie quand je veux ex-

traire et doser l'ammoniaque d'une terre. A l'appui de cette hypothèse, je pourrais citer beaucoup d'exemples bien connus des chimistes : je rappellerai seulement celui que présente la fabrication du fumier, ou l'on voit l'azote de l'ammoniaque se fixer précisément sur des matières organiques qui se retrouvent ensuite dans les sols.

» *Résumé.* - Des expériences consignées dans cette Note et la précédente, il résulte que la terre végétale nue, calcaire, acide ou neutre, sèche ou humide, absorbe l'ammoniaque atmosphérique. Les quantités d'azote qu'elle gagne ainsi sont trop importantes pour qu'il soit permis de les négliger.

» L'ammoniaque étant absorbée en vertu de la différence de ses tensions dans l'air et dans la terre, son absorption atteint sa plus grande activité lorsque sa tension dans la terre est nulle. Cette condition se trouve réalisée lorsque la terre est humide et que la nitrification y fait disparaître l'ammoniaque à mesure qu'elle est absorbée. Quand la terre est sèche, la nitrification y est suspendue; la majeure partie de l'ammoniaque absorbée s'y conserve, et y détermine un accroissement continu de la tension ammoniacale; l'absorption va donc en diminuant constamment.

» Ainsi l'humidité de la terre favorise la fixation d'ammoniaque, et la sécheresse la retarde.

» L'absorption dépend essentiellement du renouvellement de l'air à la surface de la terre; il n'est donc pas indifférent, en ce qui la concerne, que la surface d'un champ soit propre et vraiment nue, ou occupée par des résidus de récoltes ou par une végétation spontanée. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. - *Des éléments musculaires et des éléments élastiques de la membrane rétrolinguale de la Grenouille*; par M. L. RANVIER.

» La membrane mince qui, chez la Grenouille verte et la Grenouille rousse (*R. esculenta* et *temporaria*), recouvre le sac lymphatique rétrolingual, contient des éléments musculaires et des éléments élastiques dont la structure et les rapports méritent de fixer l'attention des anatomistes et des physiologistes.

» Les éléments musculaires de cette membrane sont des faisceaux striés, aplatis, rubanés et unis les uns aux autres par des branches anastomotiques. Ils forment ainsi un plexus comparable à celui que l'on observe

dans la paroi musculaire des cœurs lymphatiques et dont le rôle parait également relatif à la circulation de la lymphe.

» Chez les Vertébrés, si l'on excepte la musculature du cœur sanguin qui, comme on le sait, a une structure toute spéciale, je n'ai observé jusqu'à présent des faisceaux striés et anastomosés que dans les cœurs lymphatiques et dans la membrane rétrolinguale.

» Pour reconnaître les anastomoses des faisceaux musculaires striés de la rétrolinguale, il n'est pas nécessaire d'avoir recours à des méthodes spéciales. Toutes celles que l'on emploie d'habitude pour étudier la structure des membranes minces sont applicables à cette recherche, par exemple, l'extension de la membrane vivante dans un liquide physiologique, la fixation des tissus par l'alcool, le liquide de Müller, le bichromate de potasse ou d'ammoniaque, suivie de la coloration par le carmin, l'hématoxylène, l'éosine, etc.

» Dans les mêmes préparations, on reconnaîtra sans peine que les faisceaux musculaires se terminent, de chaque côté de la ligne médiane, par des extrémités ramifiées et arborisées. On sait depuis longtemps que les faisceaux musculaires striés de la langue de la Grenouille ont des terminaisons analogues (voyez KÖLLIKER, *Histologie*, 2<sup>e</sup> édition française, p. 451), c'est-à-dire qu'elles affectent la forme d'une arborisation. Mais comment se fixent aux parties qu'elles doivent mettre en mouvement les branches de cette arborisation? C'est ce qui, je crois, n'a pas été reconnu et ne peut guère être observé d'une manière précise que dans la membrane rétrolinguale et grâce à la méthode spéciale que j'ai employée et que je vais décrire maintenant, en entrant dans tous les détails nécessaires à ceux qui voudront répéter mes observations.

» La membrane, prise chez une Grenouille que l'on vient de sacrifier par la destruction de la moelle épinière ou la décapitation, est placée pendant vingt-quatre ou quarante-huit heures dans l'alcool au tiers, puis portée dans l'eau et traitée au pinceau de manière à la débarrasser de son épithélium et de son endothélium, enfin mise dans une solution étendue de violet de méthyle 5 B, où on la laisse pendant vingt-quatre heures. Elle est alors lavée de nouveau, tendue sur une lame de verre et montée en préparation dans la glycérine. Les fibres élastiques qui entrent dans la charpente de la membrane sont colorées en bleu intense. Elles y forment un réseau élégant et à mailles relativement étroites. Les faisceaux musculaires striés sont également colorés en bleu, les branches de leurs arborisations terminales présentent la même coloration, et elles semblent se

perdre sous forme de fibres élastiques dans le réseau général. Les fibres élastiques qui se dégagent de chaque extrémité musculaire sont plus ou moins grosses. La plupart ont un diamètre supérieur à celui des fibres du réseau général. Leur ensemble figure un pinceau irrégulier, une sorte de broussaille.

» Il part des fibres élastiques non seulement de chaque extrémité des faisceaux striés, mais encore de divers points de leur surface. Les fibres qui naissent ainsi se perdent dans le réseau élastique de la membrane ou bien elles se rendent directement à un faisceau musculaire voisin, auquel elles s'attachent. Il y a donc dans la membrane rétrolinguale une charpente élastique et contractile dont toutes les pièces sont solidaires. Si une ou plusieurs fibres musculaires se contractent, elles agissent sur le réseau élastique tout entier et par conséquent déterminent le retrait de la membrane et, par suite, l'expression du liquide contenu dans le sac lymphatique. Or la contraction des éléments musculaires de la membrane rétrolinguale se produit nécessairement à chaque mouvement de déglutition de l'air qui, chez la Grenouille, correspond à l'inspiration des Vertébrés supérieurs. Chacun de ces mouvements a donc, pour le sac rétrolingual, la signification d'une systole.

» Comment les fibres élastiques sont-elles attachées aux faisceaux musculaires? C'est là un problème difficile qui me préoccupait depuis plusieurs années et que je suis arrivé à résoudre, grâce à la méthode indiquée plus haut, reposant sur l'emploi successif de l'alcool au tiers et du violet 5B, et en profitant de certains accidents de préparation sur lesquels je dois donner quelques renseignements.

» Lorsque l'on tend un peu fortement la membrane rétrolinguale d'une Grenouille dont l'irritabilité musculaire est conservée, il se produit de nombreuses fractures des faisceaux striés. Ces fractures portent sur la substance musculaire seulement. Le sarcolemme est ménagé et apparaît comme une gaine membraneuse dans l'intérieur de laquelle sont logés de distance en distance des fragments de la substance contractile, revenue fortement sur elle-même et dans laquelle la striation est à peine visible. Rien n'est plus irrégulier, du reste, que ces accidents. Dans une même préparation, certains faisceaux sont intacts, tandis que d'autres, qui sont à côté, présentent de très nombreuses fractures. Il va sans dire que l'on observe tous les intermédiaires. Il arrive quelquefois qu'un faisceau musculaire s'est détaché de son insertion tendineuse en glissant dans le sarcolemme. Celui-ci reste alors seul en rapport avec le pinceau élastique dont

il a été question un peu plus haut. C'est là une condition favorable pour observer les rapports du sarcolemme et des fibres élastiques, surtout dans les préparations à l'alcool au tiers et au violet 5 B.

» Le sarcolemme n'est pas coloré ou n'est coloré que faiblement par le violet de méthyle, tandis que les fibres élastiques peuvent être colorées par ce réactif en bleu intense. On constate alors, sans aucune difficulté, que ces fibres, aussi bien à l'extrémité des faisceaux musculaires que sur divers points de leur surface, s'attachent au sarcolemme et se soudent intimement avec lui en s'y terminant brusquement. Souvent aussi, avant d'atteindre le sarcolemme, une fibre élastique se divise et se subdivise de manière à s'y fixer par plusieurs points d'attache. L'union des fibres élastiques et de la gaine membraneuse des faisceaux musculaires est très solide. Les actions mécaniques ne réussissent guère à la rompre; elles détermineraient plutôt des fractures des fibres élastiques dans leur continuité. La potasse caustique à 40 pour 100 met en liberté les faisceaux musculaires et les fibres élastiques, en déterminant la dissolution du sarcolemme.

» Il est un autre problème histologique que l'on peut résoudre en prenant la membrane rétrolinguale comme objet d'étude, et dont je veux encore parler aujourd'hui. On sait qu'un faisceau musculaire strié est formé de fibrilles, et que chacune de ces fibrilles présente une structure d'une admirable régularité : on y voit se succéder, comme les grains d'un chapelet, les disques épais et les disques minces, séparés par des espaces clairs, de telle sorte qu'à un disque épais succèdent un espace clair, un disque mince, un nouvel espace clair, un disque épais, et ainsi de suite. Comment se fait la terminaison naturelle d'une fibrille musculaire ? Est-ce par un disque épais, un disque mince ou un espace clair ?

» Les branches de l'arborisation terminales des faisceaux striés compris dans la membrane rétrolinguale sont parfois tellement grêles qu'on peut les considérer comme formées d'une seule fibrille.

» J'en ai fait des préparations par des procédés variés. Celles de ces préparations où je peux le mieux observer la terminaison des branches de l'arborisation musculaire ont été obtenues par le procédé suivant :

» La Grenouille est curarisée. On injecte dans les sacs lymphatiques, de manière à les distendre tous, le sac rétrolingual y compris, du bichromate de potasse ou d'ammoniaque à 2 pour 100. L'animal est ensuite placé tout entier dans la solution de bichromate. Huit ou dix jours après, on détache la membrane rétrolinguale ; on la place dans l'eau et on l'y

laisse jusqu'à ce qu'elle soit décolorée ; on enlève l'épithélium avec le pinceau ; on colore successivement par l'hématoxyline nouvelle et l'éosine à l'alcool ; on tend la membrane sur une lame de verre et on la monte en préparation dans la résine dammare, après l'avoir déshydratée par l'alcool absolu et éclaircie par l'essence de girofle.

» Les disques épais, dans ces préparations, sont colorés en rose vif : les disques minces présentent une coloration rose jaunâtre très légère : les espaces clairs sont absolument incolores. Les noyaux musculaires sont colorés en bleu par l'hématoxyline. Il ne faut pas s'attendre à trouver parfaitement nets les détails de la striation dans tous les faisceaux musculaires : mais, dans certains, ils s'y montrent d'une manière admirable, et cela suffit.

» Pour faire l'observation, j'ai dû employer un bon objectif à immersion homogène de Zeiss, les oculaires compensateurs de ce constructeur, et un bon éclairage d'Abbe.

» J'ai pu ainsi reconnaître, dans quelques-unes des branches les plus fines de l'arborisation musculaire terminale, la succession des disques épais, des disques minces et des espaces clairs, jusqu'au petit tendon élastique d'insertion. Après un dernier disque mince et un dernier espace clair, se trouve une masse colorée en rose ayant une forme hémisphérique, la surface plane de l'hémisphère regardant le dernier disque mince. Ce corps hémisphérique m'a semblé correspondre à un disque épais. Je pense donc que les fibrilles musculaires se terminent par des disques épais. »

M. l'amiral **PARIS** présente à l'Académie le quatrième Cahier de ses « Souvenirs de marine ».

### NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Physique, en remplacement de feu M. *Kirchhoff*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 45,

|                                 |              |
|---------------------------------|--------------|
| Lord Rayleigh obtient. . . . .  | 42 suffrages |
| M. Louis Soret    »   . . . . . | 2    »       |

Il y a un bulletin blanc.

Lord **RAYLEIGH**, ayant obtenu la majorité des suffrages, est proclamé élu.



L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les Concours de l'année 1890.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

*Grand prix des Sciences mathématiques (Perfectionner en un point important la théorie des équations différentielles du premier ordre et du premier degré).* — MM. Hermite, Jordan, Picard, Poincaré, Darboux réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Bertrand et Ossian Bonnet.

*Prix Bordin (Étudier les surfaces dont l'élément peut être ramené à la forme  $ds^2 = [f(u) - \varphi(v)](du^2 + dv^2)$ .* — MM. Hermite, Darboux, Poincaré, Jordan, Picard réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Bertrand et Ossian Bonnet.

*Prix Francœur.* — MM. Hermite, Bertrand, Darboux, Poincaré, Picard réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Sarrau et Jordan.

*Prix Poncelet.* — MM. Darboux, Hermite, Bertrand, Poincaré, Jordan réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Maurice Lévy et Picard.

*Prix extraordinaire de six mille francs.* — MM. Jurien de la Gravière, Bouquet de la Grye, Paris, de Bussy, de Jonquières réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Mouchez et Grandidier.

## MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les microbes de l'ostéomyélite aiguë, dite infectieuse.* Note de MM. LANNELONGUE et ACHARD.

« La moelle osseuse, comme la plupart des tissus, peut être le siège d'altérations qui s'y localisent dans le cours de diverses infections. Il existe donc, en réalité, plusieurs espèces d'ostéomyélites infectieuses. C'est ainsi qu'on a signalé une ostéomyélite lépreuse (1); on pourrait de même

---

(1) J. SAWTSCHENKO, *Centralblatt für Bakteriologie*, Bd V, p. 604; 1889.

décrire toute la tuberculose osseuse sous le nom d'ostéomyélite tuberculeuse, et certaines altérations des os dans la syphilis, telles que les gommes, pourraient être considérées comme le résultat d'une ostéomyélite syphilitique.

» Toutefois, sous le nom d'*ostéomyélite infectieuse*, on décrit généralement une affection à développement essentiellement aigu et accompagnée du processus de la suppuration franche. Cette ostéomyélite, que nous avons ici exclusivement en vue, a déjà fait l'objet de nombreuses recherches bactériologiques. Sans revenir sur ces travaux, nous rappellerons seulement que, dès l'année 1880, frappé du caractère éminemment infectieux de cette maladie, l'un de nous, à qui l'on doit une description étendue de l'ostéomyélite aiguë de l'enfance et de l'adolescence et la première description de l'ostéomyélite prolongée, pria M. Pasteur d'étudier le pus des foyers osseux; M. Pasteur y reconnut la présence d'un microbe semblable à celui qu'il venait de découvrir dans le furoncle (1). C'est à ce microbe, étudié depuis par plusieurs expérimentateurs, connu sous le nom de *Staphylocoque orange* (*Staphylococcus pyogenis aureus*), que l'on a attribué d'une façon à peu près exclusive la maladie qui nous occupe.

» Cependant quelques faits isolés de périostites mastoïdiennes avec pneumocoques, publiés par MM. Verneuil et Netter en 1889, et d'ostéomyélites au cours de la pneumonie ou à la suite de la fièvre typhoïde, de Leyden et Frankel, de Weichselbaum, de Monti et Belfante, d'Ebermaier, ont fait voir que les microbes de ces affections ne sont pas sans action fâcheuse sur la moelle osseuse. Mais ces faits, exceptionnels d'ailleurs, n'ont trait qu'indirectement à nos recherches.

» Cette Note serait sans objet si elle n'avait d'autre but que de confirmer le pouvoir pathogène du staphylocoque; elle vient démontrer que l'ostéomyélite commune, dite *infectieuse*, a pour principe des microbes très divers, doués d'une virulence propre, mais variable, s'associant quelquefois pour la produire.

» Ayant eu l'occasion d'observer et de suivre expérimentalement, depuis dix-huit mois, treize cas d'ostéomyélite aiguë infectieuse, nous avons été frappés par ce fait, que le microbe orange n'a été trouvé que six fois dans les foyers dont le pus a été cultivé sur divers milieux nutritifs, c'est-à-dire dans moins de la moitié des cas; or cinq fois ce microbe était unique, et une fois nous l'avons trouvé associé au staphylocoque blanc.

---

(1) L. PASTEUR. *Bulletin de l'Académie de Médecine*, p. 489, 4 mai 1880.

» Jusqu'ici ce dernier microbe, le *Staphylocoque albus*, a été considéré comme fort peu ou point pathogène, c'est-à-dire comme fort peu malfaisant pour l'espèce humaine; cependant nous avons recueilli trois observations d'ostéomyélite aiguë, dans lesquelles la moelle osseuse ou les foyers purulents ne nous ont révélé que ce microbe, à l'exclusion de tout autre, et il convient de dire que l'analyse de ces faits pourrait servir de type à la description anatomique et clinique de l'ostéomyélite des os longs, avec symptômes locaux graves et symptômes d'infection généralisée en même temps. Nous avons pu d'ailleurs reconnaître sur les animaux la virulence de cet agent; un lapin adulte est mort en soixante heures, avec une injection de 1<sup>cc</sup> d'un bouillon de culture de staphylocoque blanc; il présentait, à l'autopsie, de nombreux foyers d'infection, dont les cultures ne renfermaient pas d'autre agent.

» A côté des microbes précédents, vient prendre place le striptocoque pyogène, comme nouveau générateur de l'ostéomyélite. Deux fois nous l'avons trouvé seul, et dans les deux cas la maladie était mortelle. C'étaient deux sujets nouveau-nés, fils de mères ayant présenté des signes d'un état puerpéral compliqué. Les complications puerpérales étant presque toujours imputables au striptocoque, il est vraisemblable que le milieu infecté par la mère a transmis aux nouveau-nés les accidents dont ils sont morts. Ces deux faits nous ont permis de constater expérimentalement l'identité du striptocoque et du microbe de l'érysipèle; car, avec le pus d'un abcès osseux, nous avons engendré chez le lapin un érysipèle des plus probants.

Enfin, nous avons rencontré un micro-organisme particulier chez nos deux derniers malades. Les caractères morphologiques en sont assez semblables à ceux du striptocoque précédent; mais il s'en distingue par les grandes difficultés que nous a offertes sa culture. Nous ne sommes parvenus à le cultiver par ensemencements successifs que sur la gélose additionnée de 8 pour 100 de glycérine, et encore a-t-il perdu promptement la faculté de se reproduire dans ce milieu. Est-ce un microbe spécial, ou ne s'agit-il que d'une forme atténuée du striptocoque vulgaire, ayant perdu la propriété de sa reproduction? L'impossibilité de le conserver, malgré des cultures nombreuses et très variées, ne nous a pas permis d'en poursuivre plus avant l'étude et de résoudre cette question: nous devons attendre de nouveaux faits cliniques. Toutefois, l'analyse des observations nous autorise à dire qu'il crée une forme d'apparence grave et pourtant remarquable par la prompt réparation des désordres.

» En résumé, cette Note, qui n'est qu'une esquisse de nos recherches, établit la pluralité des espèces microbiennes capables d'engendrer le processus morbide de l'ostéomyélite aiguë infectieuse. Elle indique également qu'à chacune de ces espèces microbiennes correspond une forme clinique propre, que l'on peut distinguer avec le concours des circonstances pathogéniques, et il ressort très nettement des faits cliniques que les ostéomyélites créées par le staphylocoque présentent une physionomie tout à fait à part : celles qu'engendrent les staphylocoques correspondent aux descriptions classiques; celles du staphylocoque s'en éloignent sur bien des points.

» Enfin nous croyons devoir mettre en relief le pouvoir pathogène du staphylocoque blanc. »

### MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Étude sur les erreurs d'observation.* Mémoire de M. J.-E. ESTIENNE. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Bertrand, Darboux, C. Jordan.)

« Ce Mémoire a pour objet de prouver que la meilleure valeur à adopter, comme mesure d'une quantité dont l'expérience a fourni des valeurs entachées d'erreurs accidentelles, est *dans tous les cas* la valeur médiane, fournie par la règle suivante :

» On range par ordre de grandeur les valeurs obtenues; quand leur nombre est impair, celle du milieu est la valeur médiane; quand leur nombre est pair, on a pour valeur médiane les deux du milieu et toute valeur intermédiaire. »

### CORRESPONDANCE.

M. le **SECRETARE PERPÉTUEL** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les deux premiers Fascicules d'un nouveau Recueil « Travaux et Mémoires des Facultés de Lille ». (Présenté par M. Darboux.)

Ces deux Fascicules contiennent, le premier, un Mémoire de M. P. *Painlevé* « Sur la transformation des fonctions  $V(x, y, z)$  »; le second, un Mémoire de M. P. *Duhem*, intitulé : « Des corps diamagnétiques ».

Cette publication a pu être entreprise grâce aux ressources que la ville

de Lille a mises pendant vingt ans à la disposition du Conseil général des Facultés ; elle mérite toute la bienveillance de l'Académie, comme une manifestation nouvelle de l'activité et de la vie scientifique qui se développent de plus en plus dans les différents centres universitaires.

ASTRONOMIE. — *Tache solaire de très haute latitude.*

Note de M. G. DIERCKX, présentée par M. C. Wolf.

« Avec une lunette de 43<sup>mm</sup>, j'ai pu constater, le 4 mars, après une absence prolongée de taches solaires, une tache qui se présente dans des conditions remarquables. La première venue après un minimum persistant, elle s'est égarée à la latitude nord de 65° environ. On sait que ces accidents ne se présentent pas ordinairement, sur la surface du Soleil, au-dessus du parallèle de 45°.

» Cette apparition d'une tache nucléaire à une latitude élevée, immédiatement après le minimum de 1889, où toutes les taches s'étaient rassemblées vers l'équateur, vient à l'appui de la loi si bien mise en évidence par M. Christie, dans le numéro de novembre des *Monthly Notices*. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la formule de Stirling.*

Note de M. E. ROUCHÉ.

« La relation bien connue

$$\log(n+1) - \log n = \frac{2}{2n+1} \left[ 1 + \frac{\theta}{12n(n+1)} \right],$$

où  $n$  désigne un nombre entier positif quelconque, et  $\theta$  un nombre compris entre 0 et 1, peut s'écrire

$$\frac{\theta}{12n(n+1)} = -1 + (n + \frac{1}{2})[\log(n+1) - \log n].$$

Elle devient

$$\frac{\theta}{12n(n+1)} = \log \varphi(n) - \log \varphi(n+1),$$

quand on pose

$$(1) \quad \varphi(n) = \frac{1 \cdot 2 \cdot 3 \dots n}{e^{-n} n^{n+\frac{1}{2}}}.$$

( 514 )

» On conclut de là

$$\log \varphi(n) > \log \varphi(n-1)$$

et

$$\log \varphi(n) - \frac{1}{12n} < \log \varphi(n-1) - \frac{1}{12(n-1)}$$

en d'autres termes, des deux fonctions

$$\varphi(n), \quad \varphi(n)e^{-\frac{1}{12n}},$$

la première est décroissante et la seconde croissante, lorsque l'entier  $n$  croît. Si donc on désigne par  $p$  un nombre entier positif quelconque, on a les inégalités

$$\begin{aligned} \varphi(n) &> \varphi(n+p), \\ \varphi(n)e^{-\frac{1}{12n}} &< \varphi(n+p)e^{-\frac{1}{12(n+p)}}, \end{aligned}$$

que l'on peut remplacer par l'égalité

$$(2) \quad \frac{\varphi(n)}{\varphi(n+p)} = e^{\frac{\theta p}{12n(n+p)}},$$

dans laquelle  $\theta$  désigne un nombre compris entre 0 et 1.

» Il est bien aisé de déduire de cette relation la formule célèbre de Stirling pour l'évaluation approchée du produit  $1 \cdot 2 \cdot 3 \dots n$  lorsque  $n$  est un grand nombre.

» En effet, la relation (2), appliquée au cas où  $n$  est égal à  $p$ , montre immédiatement que le rapport

$$\frac{\varphi(p)}{\varphi(2p)}$$

a pour limite l'unité, lorsque  $p$  croît indéfiniment. On a donc, pour  $p = \infty$ ,

$$\lim \varphi(p) = \lim \frac{\varphi(p)^2}{\varphi(2p)}$$

ou, d'après (1),

$$\lim \varphi(p) = \lim \sqrt{4 \cdot \frac{2}{1} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{4}{5} \dots \frac{2p-2}{2p-1} \cdot \frac{2p}{2p-1}},$$

et enfin, en vertu du théorème de Wallis,

$$\lim \varphi(p) = \sqrt{2\pi}.$$

» Dès lors, si dans la formule (2) on laisse  $n$  fixe en faisant croître  $p$

indéfiniment, on obtient

$$\frac{\varphi(n)}{\sqrt{2\pi}} = e^{i\frac{1}{2}\pi},$$

c'est-à-dire, d'après la définition de  $\varphi(n)$ ,

$$1 \cdot 2 \cdot 3 \dots n = \sqrt{2\pi n} n^n e^{-n} e^{i\frac{1}{2}\pi}.$$

C'est la formule de Stirling, qui donne deux limites

$$\sqrt{2\pi n} n^n e^{-n}, \quad \sqrt{2\pi n} n^n e^{-n} \cdot e^{i\frac{1}{2}\pi},$$

entre lesquelles est compris le produit  $1 \cdot 2 \cdot 3 \dots n$ . »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces réglées qui passent par une courbe donnée.*

Note de M. **Сн. ВЮСНЕ**, présentée par M. Darboux.

« On a étudié les développables qui passent par une courbe donnée et dont les génératrices font avec la courbe un angle donné, ou plus généralement un angle dépendant des pieds des génératrices. On peut généraliser le problème en considérant des surfaces réglées qui tout le long de la courbe en question ont une courbure totale dépendant seulement du point correspondant de la courbe. On retrouve les développables dans le cas particulier où la courbure serait nulle.

» J'appelle

$\omega$  et  $\pi$  les courbures de la courbe donnée (C);

$\theta$  l'angle d'une droite avec la courbe (C);

$\varphi$  l'angle que le plan tangent à la surface réglée correspondante fait avec le plan osculateur à la courbe (C);

$G^2$  la courbure totale de la surface.

On a entre ces quantités, considérées comme fonctions de l'arc  $s$  de la courbe, la relation

$$\frac{d\varphi}{ds} = \pi + \omega \cot \theta \sin \varphi - G,$$

de sorte que si  $\omega$ ,  $\pi$ ,  $\psi$ ,  $C$  sont des fonctions données,  $\omega$  est déterminé par une équation de Bezout en  $\tan \frac{\psi}{2}$ . Cette équation s'intègre immédiatement si  $\psi$  est droit, ou si  $C = \pi$ . Sans entrer dans l'examen des cas particuliers, je ferai remarquer que cette équation est identique à celle qui se manifeste pour les développables correspondant à une courbe dont les courbures seraient  $\omega$  et  $\pi - C$ . Il est facile de généraliser, en partant de ce qui précède, diverses questions relatives aux développables.

» Lancret a donné divers résultats relatifs aux lieux des points centraux des développables dont les génératrices coupent une courbe vers un angle constant. Je ne connais pas de travaux plus récents à ce sujet. Je citerai divers théorèmes, en étudiant la question générale relative aux surfaces réglées, je citerai seulement le suivant :

« Si l'on considère les surfaces réglées engendrées par des droites qui font des angles constants avec la tangente, la normale et la binormale d'une courbe, les points centraux des génératrices qui passent par un même point de la courbe sont sur un cylindre de révolution.

» Ce cylindre a pour génératrices diamétralement opposées la droite rectifiante et la perpendiculaire commune à deux normales principales infiniment voisines. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les combinaisons du gaz hydrogène phosphoré et du gaz ammoniac avec le chlorure de bore et le sesquichlorure de silicium.*  
Note de M. A. Besson, présentée par M. Troost.

« J'ai précédemment décrit une combinaison du fluorure de bore avec l'hydrogène phosphoré gazeux, qui se produit en refroidissant énergiquement le mélange des deux gaz. Le chlorure de bore  $\text{BoCl}^3$  se combine directement avec l'hydrogène phosphoré, à une température inférieure à  $+ 20^\circ$ ; la réaction se fait avec dégagement de chaleur sensible et donne un corps solide blanc, très altérable à l'air, instantanément décomposable par l'eau avec mise en liberté du gaz  $\text{PhH}^3$ . Ce corps est dissociable sous l'action de la chaleur: ce phénomène commence à se produire vers  $+ 20^\circ$  sous la pression ordinaire; par le refroidissement lent, le corps dissocié se dépose sous forme de cristaux volumineux incolores, très réfringents.



La composition de ce corps a été déterminée par la méthode synthétique, en mesurant le volume d'hydrogène phosphoré absorbé par un poids déterminé de chlorure.

| Poids<br>de chlorure. | Volume<br>du<br>gaz absorbé<br>ramené à 0° et 760°. | Poids<br>pour<br>Bo Cl <sup>3</sup> = 117,5. |
|-----------------------|---|--|
| 0 <sup>gr</sup> , 3   | 57 <sup>cc</sup> , 43                               | 34 <sup>gr</sup> , 64                        |
| 0 <sup>gr</sup> , 991 | 169 <sup>cc</sup> , 5                               | 30 <sup>gr</sup> , 95                        |

Moyenne pour Bo Cl<sup>3</sup> = 117,5 . . . . . 32,79 au lieu de Ph H<sup>3</sup> = 34.

» Si l'on rapporte à 100 du composé, on a, pour le poids de gaz phosphoré,

|                         |                       |                        |                         |
|-------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|
| Théorie . . . . . 22,44 | Expériences . . . . . | { 22,86 }<br>{ 20,42 } | Moyenne . . . . . 21,64 |
|-------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|

» La combinaison est donc représentée par BoCl<sup>3</sup>, PhH<sup>3</sup>. Le gaz ammoniac sec déplace à froid (+ 8°) l'hydrogène phosphoré de cette combinaison, 1 volume de PhH<sup>3</sup> étant remplacé par environ 4 volumes de gaz ammoniac; cette expérience donnerait pour composition de la combinaison ammoniacale du chlorure de bore Bo Cl<sup>3</sup>, 4 Az H<sup>3</sup>; or Berzélius, qui a signalé l'existence de cette combinaison, lui a attribué pour composition 2BoCl<sup>3</sup>, 3AzH<sup>3</sup>. Il était donc utile de reprendre cette détermination; c'est ce que j'ai fait par la même méthode que précédemment.

» Trois expériences ont donné pour 2BoCl<sup>3</sup> = 2 × 117,5 = 235 un poids de gaz ammoniac dont la moyenne est 152,32; or 9AzH<sup>3</sup> = 153. Si l'on rapporte à 100 du composé, on trouve, pour le poids de gaz ammoniac,

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| Théorie . . . . .                 | 39,43 |
| Moyenne des expériences . . . . . | 39,25 |

» A la température de 8° à laquelle j'ai opéré, la combinaison a donc pour composition 2BoCl<sup>3</sup>, 9AzH<sup>3</sup>. Berzélius a opéré à une température plus élevée où le chlorure de bore est en vapeur; mais l'existence d'une combinaison moins ammoniée à cette température paraît peu plausible, car il faut chauffer ce corps à une température supérieure à 50° pour lui faire perdre du gaz. Ce corps est peu altérable à l'air, rapidement décomposable par l'eau en donnant une liqueur faiblement alcaline, ce qui se comprend, car l'ammoniaque est en faible excès après saturation des produits de la décomposition.

» Le sesquichlorure de silicium  $\text{Si}^2\text{Cl}^3$  se combine directement avec le gaz ammoniac sec et donne un corps solide blanc qui n'absorbe de son gaz qu'à une température supérieure à  $100^\circ$ . La composition est déterminée comme précédemment.

| Poids<br>du chlorure                  | Volume<br>du<br>gaz absorbé<br>ramené à $0^\circ$ et $760$ | Poids<br>de<br>gaz absorbé<br>pour<br>$\text{Si}^2\text{Cl}^3 = 134,5$ |
|---------------------------------------|--|--|
| $0^{\text{r}}, 604$                   | $536^{\text{r}}, 8$  | $88^{\text{r}}, 09$  |
| $0^{\text{r}}, 451$                   | $350^{\text{r}}, 1$  | $81^{\text{r}}, 85$  |
| Moyenne pour $\text{Si}^2\text{Cl}^3$ | $134,5$  |  |
| » $5\text{AzH}^3$                     | $84,97$  | ou $5\text{AzH}^3 = 5 \times 17 = 85$                                  |

» Si l'on rapporte à 100 du composé, on a, pour le poids de gaz ammoniac,

|             |         |                 |  |             |         |
|-------------|---------|-----------------|--|-------------|---------|
| Théorie.... | $38,72$ | Expériences.... | $\left\{ \begin{array}{l} 40,1 \\ 37,2 \end{array} \right\}$ | Moyenne.... | $38,65$ |
|-------------|---------|-----------------|--|-------------|---------|

» La combinaison a donc pour composition  $\text{Si}^2\text{Cl}^3, 5\text{AzH}^3$ ; elle est lentement décomposable par l'eau en donnant une liqueur faiblement alcaline.

» La réaction de l'hydrogène phosphoré sur le sesquichlorure de silicium est peu intéressante; même refroidi vers  $-10^\circ$ , il y a réduction assez vive avec formation de phosphure solide d'hydrogène. »

**THERMOCHIMIE. — Sur les combinaisons des métaux alcalins avec l'ammoniaque. Note de M. J. MOUTIER.**

« M. Joannis a montré <sup>(1)</sup> que le sodium forme avec l'ammoniaque une combinaison solide, le sodammonium, soluble dans l'ammoniaque liquide: à la température de la glace fondante, le gaz ammoniac en équilibre au-dessus d'une solution saturée a une tension égale à la tension de dissociation du sodammonium à la même température.

» M. Backhuis Roozeboom a donné <sup>(2)</sup> de ce fait une explication, d'après laquelle l'égalité des deux tensions du gaz ammoniac serait un phénomène

<sup>(1)</sup> *Comptes rendus*, t. CIX, p. 900.

<sup>(2)</sup> *Ibid.*, t. CX, p. 134.

particulier, qui se présenterait uniquement pour une température déterminée : cette conclusion n'est pas conforme aux observations. M. Joannis, en effet, a fait connaître récemment (1) des expériences dans lesquelles l'égalité des deux tensions du gaz ammoniac a lieu, non seulement à zéro, mais à  $-10^{\circ}$  et à  $+30^{\circ}$ , par conséquent dans une étendue notable de l'échelle thermométrique. La considération de l'énergie libre conduit à une interprétation des expériences de M. Joannis.

» Soit, à une température déterminée  $t$ , une solution saturée de sodammonium dans l'ammoniaque, en équilibre au contact d'une atmosphère de gaz ammoniac : ce gaz exerce une pression  $p$ ; le système hétérogène occupe un certain volume.

» Supposons que l'on augmente le volume, à la même température, d'une quantité infiniment petite. Lorsque l'équilibre est établi, la solution ammoniacale reste saturée; une quantité infiniment petite de sodammonium s'est déposée à l'état solide; une quantité correspondante de gaz ammoniac s'est dégagée à la pression  $p$ . Cette transformation élémentaire est réversible; d'après la théorie de M. Gibbs, sous la pression  $p$  et à la température  $t$ , l'énergie libre de la solution saturée est égale à la somme des énergies libres du gaz ammoniac et du sodammonium.

» Si l'on désigne par  $m$  un coefficient qui dépend de la température, la solution saturée de sodammonium renferme  $m$  équivalents d'ammoniaque pour 1 équivalent de sodammonium  $\text{NaAzH}_2$ . Si l'on représente l'énergie libre de chaque corps par la formule chimique de ce corps, mise entre parenthèses, on a la relation

$$(\text{NaAzH}_2, m\text{AzH}_3) = (\text{NaAzH}_2) + m(\text{AzH}_3).$$

» La dissolution de sodammonium prend naissance à la température  $t$ , en mettant du sodium en présence d'un excès d'ammoniaque sous une pression supérieure à  $p$ ; c'est en enlevant successivement du gaz ammoniac que la pression du gaz diminue et conserve la valeur constante  $p$ , tant que la solution est saturée. On peut comparer la formation de cette dissolution à la condensation d'une vapeur. Supposons qu'il s'agisse d'un liquide et de sa vapeur : à une température déterminée, sous une pression supérieure à la tension de la vapeur saturée, le seul changement d'état possible est la condensation de la vapeur. Dans ces conditions, l'énergie libre de la vapeur est supérieure à l'énergie libre du liquide; mais, lorsque la pression

---

(1) *Comptes rendus*, t. CX, p. 238.

s'abaisse à la pression de la vapeur saturée, l'énergie libre de la vapeur est alors égale à l'énergie libre du liquide.

» Si l'on assimile la formation de la dissolution de sodammonium à la condensation d'une vapeur, l'énergie libre de la solution saturée de sodammonium, à la température  $t$  et sous la pression  $p$  du gaz ammoniac, est égale à la somme des énergies libres du sodium et du gaz ammoniac qui forment la dissolution. On a, en conservant les notations précédentes, une seconde relation

$$(NaAzH^3, mAzH^3) = (Na) + (m - 1)(AzH^3).$$

» En comparant les deux relations, on en déduit immédiatement

$$(NaAzH^3) = (Na) + (AzH^3).$$

» L'énergie libre du sodammonium solide, à la température  $t$  et sous la pression  $p$ , est la somme des énergies libres, dans les mêmes conditions, des produits de sa décomposition : le sodium et le gaz ammoniac. Dans ces conditions, la dissociation du sodammonium est un phénomène réversible : la tension  $p$  du gaz ammoniac à la température  $t$  est la tension de dissociation du sodammonium à cette température. La tension de dissociation du sodammonium, à une température quelconque, est égale à la tension du gaz ammoniac fourni par une solution saturée de sodammonium à la même température. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. -- *Sur le dosage des éléments halogènes libres et la détermination des iodures en présence du chlore et du brome.* Note de M. P. LEBEAU, présentée par M. Schützenberger.

« Quand il s'agit de doser volumétriquement l'iode dans une liqueur contenant une quantité quelconque de brome et de chlore, on déplace l'iode par de l'acide azoteux étendu en excès, puis on fait passer ce métalloïde en solution dans du sulfure de carbone. La solution sulfocarbônique violette est ensuite décolorée par une liqueur titrée de protochlorure d'étain. Cette méthode, indiquée par Fresenius (<sup>1</sup>), peut rendre des services; mais elle est d'une exécution très lente, parce qu'il faut extraire complètement l'iode par le sulfure de carbone, changer la solution colorée de

(<sup>1</sup>) FRESSENIUS. *Traité d'analyse quantitative*, p. 555.

flacon, pour éviter l'action des vapeurs nitreuses sur la liqueur titrée, et enfin laver cette solution pour la purifier des traces d'acide azoteux dont l'influence est aussi nuisible.

» Ayant eu à faire un assez grand nombre de dosages exacts, dans des mélanges de métalloïdes halogènes, j'ai été amené à rechercher un moyen à la fois plus expéditif et plus précis. Dans ce but, je me suis surtout attaché à rendre sensible la limite du déplacement de l'iode par le brome, cette réaction classique étant la plus simple et la plus sûre qu'on puisse se proposer : je me suis arrêté à un procédé fondé à la fois sur la coloration du sulfure de carbone par l'iode et sur la décoloration du sulfate d'indigo par le brome. On a ainsi deux indices colorés juxtaposés, faciles à comparer et dont l'un s'annule instantanément pour indiquer la fin du titrage. Voici la manière d'opérer :

» Dans un flacon de 200<sup>cc</sup> environ, on introduit 30<sup>cc</sup> à 40<sup>cc</sup> de sulfure de carbone et autant d'eau distillée, puis un volume connu de la solution iodurée à essayer. Le tout est additionné de quelques gouttes de sulfate d'indigo. On verse alors, avec une burette à robinet de verre, de l'eau de brome titrée et l'on agite vivement. L'iode mis en liberté se dissout dans le sulfure de carbone qui devient violet, et la liqueur surnageante reste bleue jusqu'à ce qu'une goutte d'eau de brome en excès décolore le sulfate indigotique. Le terme de la réaction est indiqué avec une grande netteté.

» La liqueur de brome, dont je fais usage dans ce procédé, est d'un emploi très commode, mais il est nécessaire de prendre quelques précautions pour empêcher sa variation de titre, au cours des essais. Il faut éviter les bouchages ou joints en caoutchouc, autant que possible, et faire passer directement le réactif du flacon à l'émeri qui le contient dans une burette à robinet. En outre, le brome étant très volatil, il ne faudra pas compter sur le titre déterminé, une fois pour toutes, de sa solution aqueuse. Avant chaque série d'essais, on établit la valeur relative de l'eau de brome avec une liqueur d'iodure de potassium pur, de titre connu : cela revient à comparer la quantité d'iodure inconnue qui existe dans le milieu à analyser à une autre quantité bien déterminée de ce même sel pris comme unité de mesure.

» Voici quelques nombres observés :

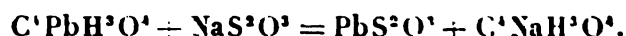
| KI pris. | Brome.<br>cc | KI trouvé. | Pour 100. |
|----------|--------------|------------|-----------|
| 0,332    | 15,5         | 0,3344     | 100,7     |
| 0,332    | 15,4         | 0,3323     | 100,1     |
| 0,332    | 15,4         | 0,3323     | 100,1     |

» Dans ces essais de contrôle, la valeur de la liqueur de brome a été fixée d'une façon indépendante, sans faire usage d'iodures, c'est-à-dire de la méthode dont il s'agit de prouver l'exactitude. Il m'a paru commode, pour doser les métalloïdes, chlore, brome et iode, qui peuvent se trouver en solution, de les transformer en sels de zinc correspondants et de ramener leur dosage à un titrage par la liqueur d'argent, qui sert de base à la plupart des dosages volumétriques de cette série. Dans ce but, j'introduis, dans un flacon bouchant à l'émeri, la solution contenant le métalloïde libre, l'eau de brome par exemple, et je l'additionne de quelques grammes de poudre de zinc pur. Presque aussitôt, le métalloïde disparaît, formant du bromure de zinc neutre, et l'on peut faire le titrage à la liqueur d'argent en se servant de l'indice bien connu, au chromate neutre de potassium. Cette méthode détournée, pour doser les halogènes libres, me paraît plus pratique que les procédés spéciaux en usage (1). »

CHIMIE. — *Sur la formation de l'hyposulfite de plomb.* Note de M. J. FOGN, présentée par M. Berthelot.

« On prépare l'hyposulfite de plomb en mélangeant à équivalents égaux des dissolutions étendues d'acétate de plomb et d'hyposulfite de soude. On obtient ainsi un précipité blanc cristallin et une liqueur ne contenant plus que de l'acétate de soude. Le précipité, lavé et séché à basse température, est de l'hyposulfite de plomb anhydre pur.

» La réaction s'effectue donc très nettement d'après l'équation suivante :



Cette réaction est exothermique : opérée avec les sels dissous chacun dans 2<sup>lit</sup> par équivalent, elle dégage vers 10° + 2<sup>Cal</sup>,9. Opérée avec les deux sels solides, elle dégagerait + 4<sup>Cal</sup>,3.

» A l'aide de cette donnée, on peut calculer la chaleur de formation de l'hyposulfite de plomb par les éléments, les chaleurs de formation des trois autres sels qui interviennent dans la réaction étant connues.

» Cependant le résultat ainsi obtenu ne sera exact que si le sel possède exactement la même constitution physique et chimique au moment de sa

---

(1) Travail de l'École municipale de Physique et de Chimie, laboratoire de M. Etard.

précipitation qu'après lavage et séchage ; si, au contraire, il s'opérait un changement dans son état, soit de condensation moléculaire, soit d'hydratation, comme on l'a observé pour un grand nombre de précipités, le résultat calculé devrait être accru d'une certaine quantité de chaleur correspondant à ce changement d'état (').

» Pour vérifier si l'hyposulfite de plomb éprouve une altération de la sorte, on peut tirer parti de la propriété qu'il possède de se dissoudre entièrement dans un excès d'hyposulfite de soude.

» Précipité au sein du calorimètre, il se redissout instantanément, si l'on ajoute 10 équivalents d'hyposulfite de soude en liqueur étendue contenant  $\frac{1}{2}$  équivalent par litre. Cette redissolution absorbe, vers 11° :  $-0^{\text{Cal}}, 196$ .

» Pour dissoudre le sel une fois desséché, il est nécessaire de recourir à une liqueur trois fois plus concentrée. Sa densité est de 1,091 ; sa chaleur spécifique est égale à 0,9026. Cette liqueur dissout dans l'espace de quelques minutes le sel finement pulvérisé et broyé à l'aide d'un écraseur. La dissolution absorbe, vers 11° :  $-0^{\text{Cal}}, 416$ . La densité de la liqueur résultante est de 1,107 ; sa chaleur spécifique de 0,8905. Il suffit de l'étendre de deux fois son volume d'eau pour rendre l'état final de l'expérience identique à celui de la précédente. Déduction faite de l'effet thermique que cette dilution produit sur l'hyposulfite de soude, elle dégage pour 1 équivalent d'hyposulfite de plomb :  $+0^{\text{Cal}}, 207$ . La somme des deux quantités de chaleur ainsi déterminées :  $-0^{\text{Cal}}, 416 + 0^{\text{Cal}}, 207 = -0^{\text{Cal}}, 209$  représente la chaleur de dissolution du sel sec en liqueur étendue.

» On voit qu'elle est sensiblement la même que la chaleur absorbée par la redissolution immédiate du précipité.

» Il résulte de là que l'hyposulfite de plomb ne subit aucun changement d'état après sa précipitation et que, par conséquent, la chaleur de formation par les éléments, calculée d'après la réaction de l'acétate de plomb sur l'hyposulfite de soude, est en réalité celle qui caractérise l'hyposulfite de plomb anhydre cristallisé.

» En prenant pour chaleur de formation de l'acide hyposulfureux dissous le chiffre  $+39^{\text{Cal}}, 7$  récemment vérifié, on a




---

(<sup>1</sup>) BERTHELOT, *Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 39, 53 ; t. II, p. 177, 196.

CHIMIE. -- *Décomposition de l'hyposulfite de plomb par la chaleur. Trithionate de plomb.* Note de M. J. Fouu, présentée par M. Berthelot.

« Lorsque l'on chauffe à sec l'hyposulfite de plomb, il subit une décomposition de nature très complexe, dont les produits sont le sulfure de plomb, le sulfate de plomb, le soufre et l'acide sulfureux. Si l'on soumet le même hyposulfite simplement à l'action prolongée de l'eau bouillante, il se change, comme le sel chauffé à sec, en un résidu noir; mais cette dernière décomposition, loin d'être complexe, s'effectue nettement d'après une réaction très simple.

» 5<sup>gr</sup> d'hyposulfite de plomb, soumis pendant trois heures à l'action d'une grande quantité d'eau bouillante, ont fourni 3<sup>gr</sup>,5 de résidu sec anhydre et 1<sup>lit</sup> de liqueur filtrée.

» Le résidu et la liqueur ne renfermaient ni hyposulfite, ni sulfite, ni sulfate. Cependant la liqueur contenait du plomb et du soufre en dissolution et le résidu, chauffé à l'abri de l'air, dégagea des vapeurs de soufre et de l'acide sulfureux, propriétés que ne possède pas le sulfure de plomb pur. Il ne restait donc plus qu'à admettre la présence d'un sel thionique.

» En effet, l'analyse complète des produits a montré que la liqueur contenait en dissolution 1<sup>gr</sup>,57 de trithionate de plomb et que le résidu renfermait 1<sup>gr</sup>,9 de sulfure de plomb et 1<sup>gr</sup>,6 de trithionate de plomb. Ces résultats ne sont d'accord qu'avec l'équation suivante :



» Deux molécules d'hyposulfite de plomb se décomposent donc très nettement en une molécule de sulfure de plomb et une molécule de trithionate de plomb, dont une partie reste en dissolution.

» Ce dernier sel n'a pas encore été étudié. On enseigne que le trithionate de potasse dissous ne précipite pas une dissolution d'acétate de plomb. Il ne la précipite pas en effet instantanément. Mais, si l'on abandonne à lui-même dans un flacon bouché un mélange des deux sels en dissolution saturée, le trithionate de plomb se dépose peu à peu sous forme de petites aiguilles très fines, et l'on peut, au bout de plusieurs jours, en recueillir une quantité notable.

» Séché dans le vide, le trithionate de plomb est anhydre. Chauffé modérément à sec, il exhale une odeur de soufre; chauffé plus fortement, il



noircit en dégageant des vapeurs de soufre et de l'acide sulfureux. Il est peu soluble dans l'eau. La dissolution étendue peut être maintenue en ébullition sans éprouver aucune décomposition; évaporée au bain-marie, elle laisse un résidu partiellement décomposé en sulfure et en sulfate.

» Le trithionate de plomb se dissout entièrement dans une liqueur d'hyposulfite de soude, et cette propriété peut servir à déterminer sa chaleur de dissolution. Il suffit en effet de partir d'un même système initial : trithionate de potasse, acétate de plomb, hyposulfite de soude en excès, pour arriver à un même système final entièrement dissous, en passant par deux cycles différents dont l'un comprend le trithionate de plomb solide.

» On trouve ainsi que la chaleur de dissolution de ce sel est égale à  $-2^{\text{Cal}},5$  pour une température de  $10^{\circ}$ .

» En supposant la chaleur de neutralisation de l'acide trithionique par l'oxyde de plomb égale à celle de l'acide azotique, on a, pour la chaleur de formation du trithionate de plomb dissous,



et pour celle du trithionate solide



» La chaleur de formation de l'hyposulfite de plomb étant égale à  $+76^{\text{Cal}}$  et celle du sulfure de plomb à  $+8^{\text{Cal}},9$ , on voit que la décomposition de l'hyposulfite de plomb par la chaleur, d'après l'équation suivante



donnerait, pour le trithionate de plomb solide, lieu à un phénomène thermique à peu près nul, de même que la décomposition du dithionate de potasse; tandis que la redissolution ultérieure du sel de plomb absorberait  $-3^{\text{Cal}}$ . Mais à ce moment la transformation est déjà accomplie ('). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouvel iodure de bismuth et de potassium.*

Note de M. L. ASTRE, présentée par M. Friedel.

« Dans des recherches sur les iodures de bismuth, j'ai été conduit à préparer l'iodure double de bismuth et de potassium généralement désigné sous le nom d'*iodure de Nicklès* ( $\text{BiI}^3, \text{IK}, 2\text{H}^2\text{O}$ ).

---

(') Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot.

» Pour préparer ce composé, je me suis attaché à suivre les indications données par Nickles, qui consistent à abandonner 33<sup>gr</sup>. 1 d'iode, 14<sup>gr</sup>. 82 de chlorure de potassium et 10<sup>gr</sup> de bismuth en poudre en présence de 100<sup>cc</sup> d'eau pendant environ deux mois.

» Au bout de ce temps, il s'est, en effet, formé des cristaux bruns en aiguilles très fines mêlés à un excès de bismuth, de chlorure de potassium et un peu de chlorure double de bismuth et de potassium : mais les cristaux étaient très petits et il a été impossible de les séparer mécaniquement d'une manière suffisante pour espérer avoir un produit homogène : aussi ai-je essayé d'isoler l'iodure double obtenu par l'emploi de dissolvants : malheureusement, ce produit est insoluble dans la plupart des liquides neutres généralement employés (éther ordinaire, chloroforme, sulfure de carbone, essence de pétrole, essence de térébenthine, etc.), et ceux qui paraissent le dissoudre (alcool ordinaire, alcool amylique, etc.), le décomposent partiellement en oxyiodure insoluble et iodure double mêlés à une certaine quantité d'oxyiodure soluble et d'iodure alcalin. Seul des liquides essayés, l'éther acétique ne donne pas lieu à ces décompositions et dissout totalement les cristaux colorés sans paraître les altérer.

» Je me suis assuré, en effet, que le produit brut, traité successivement par des quantités d'éther acétique, insuffisantes pour le dissoudre en totalité, donne, par l'évaporation spontanée de diverses solutions ainsi obtenues, des cristaux présentant toujours la même composition centésimale. Ces cristaux, semblables d'ailleurs à ceux du produit primitif, sont en aiguilles noires appartenant au système du prisme rhomboïdal droit ; après dessiccation dans le vide en présence de l'acide sulfurique, ils ont donné à l'analyse :

| Composition centésimale |   |   |   |
|-------------------------|---|---|---|
|                         | trouvée.  | calculée                                  |   |
|                         | Moyenne de l'analyse<br>de<br>trois échantillons. | pour (BiI <sup>3</sup> ) <sup>2</sup> IK. | pour l'iodure<br>de Nickles<br>BiI <sup>3</sup> .IK, 2H <sup>2</sup> O. |
| I.....                  | 64,8  | 65,4                                      | 65,4  |
| B.....                  | 32,6  | 32,5                                      | 37,08   |
| K.....                  | 2,5   | 2,1                                       | 5,03  |
| H <sup>2</sup> O.....   | »   | »   | 2,49  |
|                         | 99,9  | 100,0                                     | 100,00  |

» Les résultats ci-dessus montrent que l'iodure isolé par l'éther acétique correspond à la formule (BiI<sup>3</sup>)<sup>2</sup>IK et non à celle donnée par Nickles, d'après

le seul dosage de bismuth, à des cristaux qu'il n'avait pu séparer que mécaniquement.

» Le mode de préparation indiqué par Nicklès étant trop long, j'ai pensé qu'il serait possible de former des iodures doubles dans un temps plus court, en soumettant le mélange à l'action de la chaleur. Le mélange d'iodure de bismuth, de chlorure de potassium et d'eau, renfermé dans un flacon bien bouché, a été chauffé à 100° pendant vingt-quatre heures. Au bout de ce temps, tout l'iode libre ayant disparu, il m'a suffi d'abandonner le liquide à lui-même jusqu'à refroidissement pour obtenir une masse brune cristalline. Cette masse, épuisée par l'éther acétique, a donné une solution qui a laissé déposer par évaporation spontanée des cristaux ayant le même aspect et la même composition que ceux dont l'analyse est indiquée plus haut.

» Ce résultat m'a engagé à employer l'éther acétique à l'étude des iodures doubles de bismuth et de potassium, que l'on peut obtenir en faisant varier la nature et les proportions des éléments mis en présence; comme je l'espérais, ce dissolvant m'a permis d'isoler des composés bien définis et cristallisés dont je poursuis l'étude. »

PHYSIQUE. — *Sur les accroissements moléculaires de dispersion des solutions salines.* Note de MM. PH. BARBIER et L. ROUX, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note précédente, nous avons montré que, pour les solutions salines, l'excès du pouvoir dispersif  $B$  de la solution sur le pouvoir dispersif  $b$  de l'eau est lié à la quantité  $p$  de matière dissoute par la relation

$$B - b = Kp.$$

Le coefficient  $K$  dépend de la nature des corps et peut servir à les caractériser.

» Si l'on désigne par  $M$  le poids moléculaire du sel dissous, l'expression

$$\frac{B - b}{p} M$$

représente ce que nous appellerons l'*accroissement moléculaire* de dispersion et s'obtiendra en multipliant par  $M$  le coefficient  $K$ , constant pour chaque corps.

» Nous avons calculé la valeur de cet accroissement moléculaire de dispersion, pour un certain nombre de chlorures, et nous avons obtenu les résultats suivants :

|   | Chlorure dissous.       | KM    |
|---|-------------------------|-------|
| Chlorures du type MCl<br>(moyenne pour KM = 0,020)              | HCl.....                | 0,011 |
|   | LiCl.....               | 0,019 |
|   | AmCl.....               | 0,021 |
|   | NaCl.....               | 0,020 |
|   | KCl.....                | 0,020 |
| Chlorures du type MCl <sup>2</sup><br>(moyenne pour KM = 0,044) | RbCl.....               | 0,019 |
|   | MgCl <sup>2</sup> ..... | 0,038 |
|   | CaCl <sup>2</sup> ..... | 0,041 |
|   | SrCl <sup>2</sup> ..... | 0,043 |
|   | BaCl <sup>2</sup> ..... | 0,047 |
|   | MnCl <sup>2</sup> ..... | 0,047 |
|   | CdCl <sup>2</sup> ..... | 0,050 |

» L'accroissement moléculaire de dispersion, pour les chlorures de la forme MCl, est donc sensiblement constant et égal à 0,020.

» Pour les chlorures du type MCl<sup>2</sup>, cet accroissement, quoique moins constant que dans le cas précédent, s'écarte cependant assez peu d'une valeur moyenne 0,044, qui est le double de la valeur précédente.

» On voit, en définitive, qu'il existe des relations simples entre le pouvoir dispersif des solutions aqueuses, les poids moléculaires et le type chimique des sels dissous.

» M. Doumer a été conduit par l'étude des pouvoirs réfringents à des relations du même ordre (1). Nous jugeons inutile, par suite, bien que nos recherches soient différentes de celles de ce savant, de les continuer dans cette direction, et nous nous bornons à constater l'existence de ces relations.

» Nous poursuivons nos recherches sur le pouvoir dispersif des composés organiques, et nous aurons l'honneur d'en communiquer prochainement les résultats à l'Académie (2). »

(1) *Comptes rendus*, t. CX, p. 40.

(2) Faculté des Sciences de Lyon, laboratoire de Chimie générale.

CHIMIE. — *Recherches sur l'application de la mesure du pouvoir rotatoire à la détermination des combinaisons qui résultent de l'action de l'acide malique sur les molybdates neutres de lithine et de magnésie.* Note de M. D. GERNEZ, présentée par M. Duclaux.

« Les expériences que j'ai effectuées sur les solutions d'acide malique gauche additionnées de quantités graduellement croissantes de molybdate de soude (1) m'ont conduit à constater qu'il y a, dans les solutions prises sous le même volume, formation de combinaisons successives résultant de l'union de 1 équivalent d'acide malique avec des quantités de sel correspondant à 1, 2, 3,5 équivalents, dont la production est caractérisée par la manière dont varie le pouvoir rotatoire des solutions et les valeurs maxima par lesquelles il passe. J'ai soumis au même procédé d'investigation les liquides mixtes obtenus avec l'acide malique et les molybdates de lithine et d'ammoniaque : les résultats que j'ai obtenus présentent des particularités aussi variées avec des valeurs maxima plus prononcées.

» J'ai mesuré les rotations produites pour la lumière jaune du sodium par des solutions contenant 1,1166 d'acide malique gauche et des quantités de sel croissant par  $\frac{1}{12}$  d'équivalent avec la quantité d'eau distillée nécessaire pour amener le volume total à occuper 12<sup>cc</sup> à la température de 13°. La solution contenant l'acide malique seul, observée dans le tube de 105<sup>mm</sup>,7 qui a servi dans toutes ces expériences, donnait une rotation de  $-0^{\circ}11'$ ; le Tableau suivant indique les résultats obtenus :

| Fractions d'équivalent<br>de sel employé<br>en $\frac{1}{12}$ d'équiv. | Molybdate de lithine.   |   | Molybdate de magnésie.  |   |
|--|-------------------------|---|-------------------------|---|
|  | Rotations<br>observées. | Variations<br>par $\frac{1}{12}$ d'équiv. | Rotations<br>observées. | Variations<br>par $\frac{1}{12}$ d'équiv. |
| 1.....   | — 1. 7                  | 56  | — 1. 6                  | 55  |
| 2.....   | — 2. 2                  | 55  | — 1.59                  | 55  |
| 3.....   | — 2.56                  | 54  | — 2.51                  | 52  |
| 4.....   | — 3.47                  | 51  | — 3.44                  | 53  |
| 5.....   | — 4.37                  | 50  | — 4.36                  | 52  |
| 6.....   | — 5.27                  | 50  | — 5.26                  | 50  |
| 7.....   | — 6.17                  | 50  | — 6.16                  | 50  |
| 8.....   | — 7. 8                  | 51  | — 7. 8                  | 52  |
| 9.....   | — 8. 0                  | 52  | — 7.54                  | 46  |

(1) *Comptes rendus*, t. CIX, p. 769.

| Fraction d'équivalent<br>de sel employé<br>ou $\frac{1}{2}$ d'équiv. | Molybdate de lithine |   | Molybdate de manganèse |   |
|--|----------------------|---|------------------------|---|
|  | Rotation<br>observée | Variation<br>par $\frac{1}{2}$ d'équiv. | Rotation<br>observée   | Variation<br>par $\frac{1}{2}$ d'équiv. |
| 10   | 8.51                 | 51                                      | - 5.35                 | 27                                      |
| 11   | 9.49                 | 49                                      | - 5.24                 | 27                                      |
| 12   | 10.8                 | - 28                                    | - 5.40                 | - 15                                    |
| 13   | 9.27                 | - 43                                    | - 5.50                 | - 30                                    |
| 14   | 8.0                  | 85                                      | - 7.21                 | 70                                      |
| 15   | 6.19                 | 119                                     | - 5.45                 | 120                                     |
| 16   | 4.30                 | 169                                     | - 3.43                 | 177                                     |
| 17   | 2.40                 | 119                                     | - 1.27                 | 156                                     |
| 18   | 0.35                 | 125                                     | - 0.55                 | 141                                     |
| 19   | 1.7                  | 102                                     | - 3.13                 | 158                                     |
| 20   | 3.27                 | 149                                     | - 5.19                 | 126                                     |
| 21   | 5.22                 | 115                                     | - 7.38                 | 135                                     |
| 22   | 7.21                 | 119                                     | - 9.45                 | 127                                     |
| 23   | 9.30                 | 129                                     | - 11.55                | 130                                     |
| 24   | 11.22                | 112                                     | - 14.10                | 135                                     |
| 25   | 13.11                | 109                                     | - 16.28                | 138                                     |
| 26   | 14.56                | 105                                     | - 17.40                | 72                                      |
| 27   | 15.36                | - 40                                    | - 18.14                | - 34                                    |
| 28   | 15.30                | 6                                       | - 17.28                | - 46                                    |
| 29   | 14.32                | 58                                      | - 16.24                | 64                                      |
| 30   | 13.23                | 69                                      | - 14.50                | 94                                      |
| 33   | 8.37                 | 95                                      | - 9.55                 | 98                                      |
| 36   | 4.28                 | 83                                      | - 6.4                  | 77                                      |
| 39   | 1.9                  | 66                                      | - 3.2                  | 61                                      |
| 42   | 1.5                  | 45                                      | - 1.30                 | 31                                      |
| 45   | 2.2                  | 19                                      | - 1.8                  | 7                                       |
| 48   | 2.22                 | - 7                                     | - 1.6                  | - 1                                     |
| 51   | 2.15                 | - 2                                     | - 1.47                 | + 14                                    |
| 54   | 1.45                 | 10                                      | + 2.30                 | 14                                      |
| 60   | 0.48                 | 10                                      | + 3.40                 | 12                                      |
| 66   | »                    | »                                       | + 4.46                 | 11                                      |
| 72   | 1.43                 | 12                                      | + 6.54                 | 11                                      |
| 84   | + 5.10               | 18                                      | + 8.44                 | 14                                      |
| 96   | + 8.10               | 15                                      | »                      | »                                       |

» *Molybdate neutre de lithine.* — Les résultats obtenus avec ce sel donnent lieu aux remarques suivantes :

» 1° La rotation négative produite par l'acide malique augmente de quantités très sensiblement égales, pour des additions égales, jusqu'à ce que la quantité de sel ajoutée à 1 équivalent d'acide représente 1 équivalent; elle atteint un maximum de  $- 10^{\circ}8'$ , cinquante-cinq fois plus grand

que la rotation initiale. Ce résultat s'interprète aisément si l'on admet que, dès qu'il est en contact avec l'acide, le sel contracte en totalité avec lui une combinaison à équivalents égaux, jusqu'à ce que la quantité de sel employée étant 1 équivalent, tout l'acide entre en combinaison.

» 2° Pour des quantités de sel plus grandes que 1 équivalent, la rotation éprouve brusquement une diminution qui continue très régulièrement; elle change de signe, croît toujours de quantités sensiblement égales pour des additions égales et atteint une valeur maxima de  $+15^{\circ}36'$ , quarante-cinq fois plus grande que la rotation initiale. Cette variation régulière indique la formation d'un nouveau composé dans lequel, avec 4 équivalents d'acide, entrent 9 équivalents de molybdate neutre de lithine.

» 3° Des quantités de sel plus grandes déterminent immédiatement une diminution progressive de la rotation, qui devient négative de nouveau et atteint une nouvelle valeur maxima de  $-2^{\circ}22'$ , treize fois plus grande que la rotation primitive. Le maximum correspond à un poids de sel qui représente 4 équivalents. On est fondé à admettre qu'à la seconde combinaison a succédé une troisième, formée de 1 équivalent d'acide malique et de 4 équivalents de molybdate neutre de lithine.

» 4° Cette combinaison elle-même n'est pas définitive. On reconnaît, en effet, que de nouvelles additions de sel déterminent une diminution de la rotation qui, de négative, devient de nouveau positive; elle croît avec assez de régularité pour qu'on puisse admettre la production d'une nouvelle combinaison, qui, pour 1 équivalent d'acide malique, contient plus de 8 équivalents de sel, puisque pour ces proportions la rotation atteint la valeur  $+8^{\circ}10'$  et continue à augmenter.

» *Molybdate neutre de magnésie.* — Les phénomènes se succèdent avec les mêmes alternatives : 1° maximum négatif de  $-9^{\circ}40'$ , représentant cinquante-trois fois la rotation initiale. Il correspond à *équivalents égaux* d'acide et de sel; 2° diminution de la rotation, changement de signe, nouvelle valeur maxima  $+18^{\circ}14'$ , presque cent fois plus grande que la rotation initiale; elle correspond aux mêmes proportions relatives que dans le cas du molybdate de lithine, 4 équivalents d'acide et 9 équivalents de sel; 3° diminution de la rotation et valeur minima de  $+1^{\circ}6'$  qui se manifeste pour 1 équivalent d'acide malique et 4 équivalents de sel; 4° accroissement régulier de la rotation indiquant la production d'une nouvelle combinaison, que la solubilité du sel ne permet pas d'atteindre dans les conditions où je me suis placé, mais qui correspond à plus de 7 équivalents de sel, la rotation pour ces proportions étant  $+8^{\circ}44'$ .

» Ces expériences me paraissent mettre très nettement en lumière le

fait de la production successive et de la transformation des combinaisons entre deux substances dissoutes.

» Les tungstates et phosphomolybdates alcalins présentent des particularités analogues. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage volumétrique du tannin.*

Note de M. E. GUENEZ.

» Un certain nombre de procédés volumétriques ont été indiqués déjà, pour le dosage du tannin; l'acétate de plomb, l'émétique, la gélatine, le permanganate de potasse, ont été successivement employés, puis abandonnés, comme donnant des résultats erronés.

» La méthode de Löwenthal, modifiée par Neubauer, qui est la plus importante des méthodes volumétriques, ne peut s'appliquer qu'à certains cas déterminés. Elle est basée sur l'oxydation du tannin par le permanganate de potasse, et ne peut être exacte qu'à la condition d'être appliquée à une solution de tannin pur. En effet, la présence des matières organiques, qui accompagnent le tannin dans les extraits industriels, devient une grave cause d'erreur en réduisant un volume trop grand de permanganate de potasse.

» J'ai pensé qu'il serait possible d'arriver à un dosage rapide du tannin, en s'appuyant sur les réactions suivantes :

» 1<sup>o</sup> Si, dans une solution bouillante d'émétique, additionnée d'une couleur d'aniline convenablement choisie, on verse une solution de tannin, il se forme un précipité de tannate d'antimoine, qui entraîne avec lui la matière colorante, en formant une véritable laque. Lorsque la proportion de tannin est suffisante, le liquide où se forme le précipité devient complètement incolore.

» L'émétique doit être en excès par rapport à la matière colorante.

» 2<sup>o</sup> Le volume de la solution colorée d'émétique et le volume de la solution de tannin qu'il faut y ajouter pour la décolorer, sont toujours proportionnels. La dilution n'a pas d'influence sur les résultats.

» 3<sup>o</sup> Une quantité déterminée de tannate d'antimoine fixe toujours la même quantité de matière colorante.

» 4<sup>o</sup> Lorsque l'on verse une solution d'acide gallique dans une solution bouillante d'émétique, le précipité de gallate d'antimoine ne se forme pas immédiatement. Dans les mêmes conditions, le tannate d'antimoine se produit instantanément. Il était dès lors permis de supposer que la pre-



sence de l'acide gallique ne nuit pas au dosage du tannin; l'expérience est venue confirmer ce résultat.

» Pour appliquer au dosage du tannin les réactions que je viens d'indiquer, il convient d'opérer de la manière suivante.

» On prépare d'abord une solution formée de :

|                       |                  |
|-----------------------|------------------|
| Émétique.....         | 12 <sup>gr</sup> |
| Vert Poirier 4JE..... | 1 <sup>gr</sup>  |
| Eau distillée.....    | 1 <sup>lit</sup> |

» On fait dissoudre séparément l'émétique et la matière colorante; on mélange ensuite les deux solutions et l'on filtre.

» Le choix de cette matière colorante a une grande importance; les couleurs vertes sont les seules qui se prêtent à ce mode de dosage, le vert 4JE de Poirier m'a donné d'excellents résultats.

» Le titrage de la liqueur précédente se fait au moyen d'une solution de tannin à l'éther parfaitement pur et séché dans le vide sur l'acide sulfurique. On en fait une solution contenant, pour 1<sup>lit</sup>, 5<sup>gr</sup> à 6<sup>gr</sup> de tannin et l'on y ajoute une petite quantité de thymol dissous dans l'alcool, pour empêcher le développement des moisissures.

» On remplit, avec la solution de tannin, une burette graduée à robinet. D'autre part, on place dans un tube de verre, de 0<sup>m</sup>,035 de diamètre, 20<sup>cc</sup> de la solution colorée d'émétique et un égal volume d'eau distillée.

» On porte à l'ébullition le liquide coloré, puis on y fait tomber, au moyen de la burette, la solution de tannin, d'abord par centimètres cubes et enfin par gouttes, jusqu'à décoloration complète du liquide, qu'il faut avoir soin de faire bouillir de nouveau après chaque addition de tannin. Il se forme, dans ces conditions, un précipité vert floconneux, qui se rassemble facilement et permet de suivre la décoloration du liquide.

» Quand la décoloration est complète, on lit sur la burette le volume de la solution tannique et l'on fixe le titre de la solution d'émétique.

» Cette méthode s'applique très facilement à l'analyse des extraits industriels; mais, comme les tannins de ces extraits ne sont pas identiques au tannin de la noix de galle, que nous avons choisi comme terme de comparaison, la richesse d'un extrait en matières tannantes sera représentée dans le résultat de l'analyse par un poids équivalent de tannin de noix de galle.

» C'est du reste ce que l'on sera obligé de faire avec toutes les méthodes volumétriques, lorsqu'il ne sera pas possible de titrer la liqueur avec

l'espèce de tannin qu'il s'agit de doser. Toutefois, le procédé de M. Muntz pourrait être utilisé pour établir la concordance entre le dosage volumétrique et le dosage pondéral.

» La méthode que je viens de décrire est très rapide; elle donne, d'une manière constante, des résultats parfaitement comparables et a l'avantage de ne pas être faussée par la présence de l'acide gallique.

» Cette méthode d'analyse ne s'applique pas au dosage du tannin dans les vins; d'ailleurs, dans ce dernier cas, l'élégante méthode de M. Aimé Girard fournira toujours les meilleurs résultats (1). »

CHIMIE INDUSTRIELLE. - *Dosage de l'acétone dans l'alcool méthylique et dans les méthylènes de dénaturation.* Note de M. Léo Vieux.

« On sait que l'alcool éthylique destiné aux usages industriels est habituellement dénaturé au moyen d'alcool méthylique brut, connu sous le nom de *méthylène*. Ce produit doit satisfaire à certaines conditions; il doit renfermer, notamment, de 20 à 23 pour 100 d'acétone. Le dosage de l'acétone, dans les méthylènes de dénaturation, constitue, par suite, un problème dont la solution intéresse l'industrie de la distillation des bois.

» Actuellement on emploie, pour effectuer ce dosage, la méthode de Krämer(2). Elle est fondée sur une réaction découverte par Lieben, d'après laquelle l'alcool méthylique pur ne donne pas d'iodoforme, tandis que l'acétone est susceptible d'en fournir, en présence de l'iode et de la soude caustique. Krämer prescrit de mélanger ensemble 1<sup>cc</sup> du mélange d'alcool méthylique et d'acétone, 10<sup>cc</sup> de soude binormale, 5<sup>cc</sup> de solution d'iode binormale. L'iodoformé obtenu est extrait par 10<sup>cc</sup> d'éther exempt d'alcool, recueilli et pesé après évaporation de l'éther: on calcule la proportion d'acétone, sachant que 1 molécule de ce corps (CH<sup>3</sup>)<sub>2</sub>CO, correspond à 1 molécule d'iodoforme CHI<sub>3</sub>.

» L'expérience m'a montré que, si la méthode de Krämer est applicable au dosage de très petites quantités d'acétone dans l'alcool méthylique, elle ne peut servir à doser l'acétone dans les méthylènes de dénaturation.

» Avec de l'acétone et de l'alcool méthylique purs, j'ai formé un mélange renfermant

---

(1) Ce travail a été fait à l'École supérieure de Pharmacie de Paris dans le laboratoire de M. Moissan.

(2) *Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft*, p. 1000; 1880.

21<sup>gr</sup>,5 d'acétone pour 100<sup>cc</sup>. En employant la quantité de liqueur d'iode indiquée par Krämer, on obtient un poids d'iodoforme qui n'est nullement en rapport avec la quantité d'acétone contenue dans le mélange.

» C'est ainsi que l'on trouve :

| Opération. | Mélange.        | Na OH bin.       | I bin. | Acétone en grammes       |          |
|------------|-----------------|------------------|--------|--------------------------|----------|
|            |                 |                  |        | pour 100 <sup>cc</sup> . | Théorie. |
| 1. . . . . | 1 <sup>cc</sup> | 10 <sup>cc</sup> | 5      | 5,94                     | 21,5     |

» Mais, si l'on augmente la proportion d'iode, la quantité d'acétone trouvée croît, jusqu'à une certaine limite très voisine de la théorie :

| Opérations. | Mélange.        | Na OH bin.       | I bin. | Acétone en grammes pour 100 <sup>cc</sup> . |          |
|-------------|-----------------|------------------|--------|---|----------|
|             |                 |                  |        | Trouvé.                                     | Théorie. |
| 2. . . . .  | 1 <sup>cc</sup> | 10 <sup>cc</sup> | 10     | 12,89                                       | } 21,5   |
| 3. . . . .  | 1               | 20               | 15     | 13,93                                       |          |
| 4. . . . .  | 1               | 25               | 20     | 21,24                                       |          |
| 5. . . . .  | 1               | 30               | 25     | 21,33                                       |          |
| 6. . . . .  | 1               | 30               | 30     | 21,33                                       |          |

» Pour transformer en iodoforme 0<sup>gr</sup>,213 d'acétone, il a donc fallu employer

$$25 \times 0,254 = 6^{\text{gr}},35 \text{ d'iode}$$

ou, pour 1 molécule d'acétone (58), 13,6 molécule d'iode (127).

» D'après la théorie admise, 6 molécules d'iode devraient fournir 1 molécule d'iodoforme avec 1 molécule d'acétone. Les expériences qui viennent d'être relatées montrent que cette interprétation n'est pas exacte.

» De plus, si l'on fait varier les conditions de la réaction, si, par exemple, on intervertit l'ordre des réactifs employés, on obtient des résultats absolument différents les uns des autres.

» Avec un mélange d'acétone et d'alcool méthylique purs, renfermant 16<sup>gr</sup>,2 d'acétone pour 100<sup>cc</sup>, on a obtenu les résultats suivants :

| Expériences. |   |  |  | Acétone en grammes pour 100. |          |
|--------------|---|--|--|------------------------------|----------|
|              |   |  |  |                              | Théorie. |
| 1.           | D'abord 30 <sup>cc</sup> Na OH bin., puis 1 mélange, puis 30 <sup>cc</sup> I bin. . . . |  |  | 15,80                        | } 16,2   |
| 2.           | » 1 mélange, » 30 Na OH bin., » 30 I bin. . . .   |  |  | 7,51                         |          |
| 3.           | » 30 I bin., » 30 Na OH bin., » 1 mélange.  |  |  | 1,08                         |          |

» C'est qu'en réalité, dans la réaction de Lieben appliquée au mélange d'acétone et d'alcool méthylique, il se produit deux réactions distinctes (a) et (b) :



suivant les conditions de l'expérience, la réaction (a) prédomine plus ou moins. En se plaçant dans le cas le plus favorable, si l'iode n'est pas en très grand excès, on obtient des poids d'iodoforme qui ne correspondent pas à l'acétone existant dans le mélange.

» Partant de ces expériences, on peut formuler ainsi les règles qui peuvent être appliquées au dosage de l'acétone dans les méthylènes, par la réaction de Lieben :

» On dissoudra 5<sup>cc</sup> du méthylène à examiner dans environ 200<sup>cc</sup> d'eau distillée et l'on complètera le volume du mélange à 250<sup>cc</sup>.

• Puis on placera, dans une éprouvette à pied de 100<sup>cc</sup>, graduée en centimètres cubes bouchée à l'émeri :

» 10<sup>cc</sup> de soude binormale (2 NaOH dans 1<sup>lit</sup>) ;

» 5<sup>cc</sup> du mélange d'eau et de méthylène (correspondant à 0<sup>cc</sup>.1 de méthylène) ;

» Après avoir agité, on introduira dans le flacon :

» 5<sup>cc</sup> d'iode binormal (25<sup>gr</sup>.1, 332<sup>cc</sup> KI + eau distillée, formant 1<sup>lit</sup>) ;

» Le mélange sera agité immédiatement. L'iodoforme se précipitera en gros flocons jaune soufre ; on traitera le mélange par 10<sup>cc</sup> d'éther exempt d'alcool (1) ; puis le volume V de cet éther sera noté ; on en prélèvera 5<sup>cc</sup> qui seront évaporés dans le vide, en laissant l'iodoforme comme résidu. La pesée d'iodoforme doit s'effectuer le plus rapidement possible (au bout d'une heure au plus). Soit p le poids de l'iodoforme. Le poids x d'acétone contenu dans 100<sup>cc</sup> du mélange sera, en grammes,

$$x = \frac{1000p \cdot V \cdot 58}{5 \cdot 394} \quad p \cdot V < 29,44.$$

» La méthode n'est applicable, suivant les indications de Lieben, qu'aux méthylènes qui ne renferment ni aldéhyde, ni alcool éthylique et, en général, aucune substance, autre que l'acétone, capable de fournir de l'iodoforme. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. - *Sur la diminution de la puissance fermentescible de la levure ellipsoïdale de vin, en présence des sels de cuivre.* Note de M. A. ROMMIER, présentée par M. Berthelot.

« J'ai été amené à rechercher l'influence des sels de cuivre sur les fermentations produites par les levures de vin ellipsoïdales, par suite de l'absence de ces levures que j'ai constatée sur des raisins, dans les circonstances suivantes :

» A l'automne dernier, j'ai sollicité de M. Lecoq de Boisbaudran et de

---

(1) L'éther commercial à 65° suffit.

M. le marquis de Dampierre, propriétaires de vignes dans les Charentes, l'envoi de quelques grappes de raisins de la variété dite *folle blanche*, qui produit les grandes eaux-de-vie de cette région. Ces messieurs ont favorablement accueilli ma demande et je leur en exprime ici mes remerciements sincères.

» J'ai donc reçu de ces messieurs, dans les derniers jours du mois de septembre, deux petites caisses de raisins qui sont arrivés à Paris en bon état de conservation. Cueillis au moment des vendanges, leur maturité laissait cependant à désirer : la gelée précoce du 17 septembre avait ralenti la végétation de la vigne et retardé la maturation entière du fruit. C'est à l'effet désastreux de cette gelée qu'on doit attribuer le titre alcoolique inférieur de la plupart des vins blancs de 1889 de cette région.

» Chacune des grappes de raisins contenues dans les petites caisses a été mise à fermenter séparément; on a même choisi les grains les mieux venus, afin d'en obtenir des produits d'une plus grande pureté. Or il est arrivé que, sur quatre essais faits avec les raisins de M. le marquis de Dampierre, aucun n'a donné lieu à fermentation. Ces raisins écrasés, soumis pendant quinze jours à une température de 25° à 30°, n'ont pas dégagé une bulle de gaz acide carbonique, et ils avaient alors à leur surface des champignons blancs visibles à l'œil nu.

» Les raisins de M. Lecoq de Boisbaudran, traités dans les mêmes conditions, à deux jours d'intervalle, ont donné cinq fermentations sur six. Leurs lies, plusieurs fois cultivées séparément dans du jus de raisin préalablement stérilisé, puis examinées au microscope, n'ont pas présenté les cellules de la levure ellipsoïdale, mais celles qu'on désigne sous le nom de *levure apiculatus*. Or ces deux levures sont bien caractérisées par leur forme, par leur puissance fermentescible et par leur origine.

» La levure *apiculatus* a ses cellules plus petites que celles de la levure ellipsoïdale; elles ont la forme d'un citron, terminées à leurs deux pôles par deux espèces de mamelons; enfin, on doit la considérer comme une levure incomplète, qui fait bien fermenter le glucose, mais n'a aucune action sur le sucre. Son cycle est bien connu : elle apparaît au printemps sur les fleurs des plantes nectarifères, plantes visitées par les abeilles, et ces insectes la disséminent sur tous les fruits et la rapportent sur les rayons des mouches à miel, où elle passe l'hiver. C'est elle, avec la levure *Pasteur*, qui fait fermenter les cerises et donne naissance au kirsch. Elle concourt, avec la levure ellipsoïdale, à la fermentation du jus de raisin dans des proportions assez restreintes.

» La levure ellipsoïdale possède la forme d'une ellipse. C'est, en outre, une levure complète : elle jouit de la propriété d'intervertir le sucre, c'est-à-dire de le transformer, au moyen d'une diastase qu'elle sécrète, en ses deux glucoses, et de le faire ensuite intégralement fermenter. On emploie ce procédé pour la séparer d'autres levures, dont le pouvoir fermentescible est moins actif en présence du sucre. Elle apparaît sur le raisin pendant sa maturation et devient la levure dominante dans la fermentation. On ignore comment elle prend naissance sur la pellicule du fruit ; et, comme elle communique aux mouts et aux autres liquides sucrés qu'elle fait fermenter des parfums différents suivant son origine, elle possède en quelque sorte une spontanéité propre à chaque espèce ou du moins à chaque groupe de cépages qui la produit.

» D'où peut provenir l'absence de la levure ellipsoïdale sur les raisins des Charentes, que j'ai eus à ma disposition ? Le refroidissement survenu vers le milieu de septembre a pu enrayer le développement de ce petit végétal. M. Le Bel rapporte, dans ses Mémoires, un fait à peu près analogue : en 1882, année assez pluvieuse, les raisins de ses vignes, situées en Alsace, n'ont pas eu de levure ellipsoïdale et n'ont fermenté qu'avec la levure Pasteur. Mais l'automne sec et chaud, à part pendant quelques jours, de 1889 était favorable à l'apparition de cette levure sur le raisin, et son absence me paraît devoir aussi résulter d'injections tardives de sels de cuivre sur les feuilles de la vigne pour les préserver du mildew. Pour chercher à déterminer cette influence, on a fait, après divers tâtonnements, les expériences suivantes :

» Dans de petites fioles à fond plat, on a introduit 40<sup>cc</sup> de jus de raisin filtré à clair et stérilisé par la chaleur. On y a ajouté des quantités de sulfate de cuivre renfermant 1<sup>mg</sup>, 2<sup>mg</sup>, 3<sup>mg</sup> ou 4<sup>mg</sup> de cuivre, et l'on a ensemencé ces liquides avec un peu d'une culture récente de levure ellipsoïdale de champagne. Enfin, on les a exposés à une température variable de 18° à 25°. Dans ces conditions, une culture de cette levure, exempte de cuivre, germe entre seize à dix-huit heures et est en pleine fermentation en vingt-quatre heures.

» 1<sup>o</sup> L'essai fait avec 1<sup>mg</sup> de cuivre n'a paru commencer à germer qu'au bout de trente heures, et sa fermentation s'est déclarée en soixante heures. Elle n'était bien lancée que vingt-quatre heures après.

» 2<sup>o</sup> Avec 2<sup>mg</sup> de cuivre, la germination a semblé se faire vers soixante-huit heures et la fermentation vers quatre-vingt-seize heures ; cette dernière a continué assez lentement dans la suite.

» 3<sup>o</sup> et 4<sup>o</sup> Au fond des deux petites fioles contenant 3<sup>mg</sup> et 4<sup>mg</sup> de cuivre, on a remarqué, au bout de quatre-vingt-seize heures, quelques petits points blancs, indiquant un commencement de germination ; quelques bulles de gaz se sont dégagées vingt-quatre heures après, et la fermentation a ensuite continué lentement.

» On doit conclure de ces expériences que le cuivre, qui retarde la fermentation de la levure ellipsoïdale, peut avoir la même influence sur la sporulation de cette levure sur la pellicule du raisin, mais qu'il n'y peut empêcher l'apport d'autres levures par les insectes.

» Ce fait est de peu d'importance pour les vignes à vins communs, dont le raisin a toujours un ferment quelconque, d'une nature plus ou moins bonne. Il n'en est pas de même pour les vins de qualité, dont le bouquet peut être modifié par le changement de la levure qui lui est propre. Aussi doit-on éviter, autant que possible, les applications tardives des sels de cuivre sur les feuilles de la vigne pour les préserver du mildew. »

ZOOLOGIE. — *Sur un Insecte coléoptère attaquant les vignes en Tunisie* (*Ligniperda francisca Fabricius*). Note de M. A. LABOULBÈNE, présentée par M. Émile Blanchard.

« Le nombre des insectes qui nuisent à la vigne est considérable. Dans son Livre récent, M. Valéry Mayet en décrit ou mentionne cent trente-une espèces, dont cent neuf sont françaises (1). Le nouvel ennemi sur lequel je viens appeler l'attention de l'Académie ne figure pas dans l'Ouvrage précité ; il a été observé en Tunisie où ses dégâts ont été d'abord attribués, mais heureusement à tort, au *Phylloxera vastatrix*.

» M. le D<sup>r</sup> René Marjolin m'a donné à examiner à deux reprises les insectes conservés dans l'alcool, d'une taille gigantesque par rapport au *Phylloxera*, absolument différents, et qui lui avaient été remis par M. Picot, de l'Académie des Sciences morales et politiques. J'ai demandé des renseignements précis pour savoir si le mal était produit sur les sarments desséchés ou sur le bois vert ; j'ai reçu les détails suivants :

» Vers la fin d'octobre, au moment où le siroco soufflait pour la dernière fois, le Directeur du domaine de Schuiggui (Tunisie) constata que plusieurs groupes de plants de vigne étaient atteints de maladie. Il fit arracher les plants et en fit un examen minutieux. Un insecte avait dévoré toute la moelle, ne laissant subsister que l'écorce qui, de la sorte, servait d'enveloppe à une cheminée ou tube cylindrique, ayant pour diamètre le corps du dévastateur. Partout les insectes ne se sont attaqués qu'à la plante vivante, qui s'est abattue, vidée par eux. Le ravage local ne s'est produit qu'en octobre. En septembre, époque de la vendange, les pieds de vigne ne paraissaient pas atteints ;

---

(1) *Les Insectes de la vigne*. Introduction p. xx. In-8°. Paris et Montpellier ; 1890.

rien n'était plus facile à constater, les pieds de vigne conservant en Tunisie pendant l'automne, la fraîcheur de la végétation.

» Comme un parasite destructeur cause toujours une panique lors de sa découverte le *Phylloxera* étant pour le vigneron une alarme constante, on pensait d'abord à l'attaque de ce dernier, mais l'insecte est tout autre. Quel est ce parasite? Est-il de nature à inquiéter, et finalement quelles sont les mesures à prendre?

» L'insecte coléoptère que j'ai déterminé appartient à la famille des Bostriichides ou Apatides; c'est le *Ligniperda (Apatè) francisca* Fabricius. Il n'a pas été signalé sur la vigne; c'est un xylophage à l'état de larve, et il s'est jeté sur la vigne comme sur d'autres végétaux, fournissant un exemple d'adaptation parasitaire à un hôte momentanément préféré.

» Les caractères zoologiques du *Ligniperda francisca* sont : taille de 15<sup>mm</sup> à 22<sup>mm</sup>. Corps cylindrique, allongé, noir ou noir brunâtre, un peu luisant en dessus, moins foncé et terne en dessous. Antennes brunes à massue d'un jaune fauve. Tête verticale, lisse en avant, ponctuée en arrière. Prothorax épais, convexe, surplombant la tête, couvert de points élevés, granulé surtout en avant et sur les côtés qui sont munis de petites épines courtes et redressées. Élytres déclives au sommet, ponctuées-rugueuses, avec trois côtes élevées de chaque côté de la suture elle-même saillante, ces côtes terminées par une épine courte; partie postérieure moins ponctuée. Le mâle, plus petit, a sur le front une touffe de poils serrés, blonds ou fauves et de même une bande de poils fauves couchés, épais, sur le dernier segment supplémentaire de l'abdomen.

» Le *Ligniperda* ou *Apatè francisca* est une espèce africaine. Je ne connais qu'une constatation de ses attaques en Espagne, où elle s'est montrée nuisible au mûrier à Saint-Sébastien, à Tolosa, à Vitoria. La larve de l'insecte creusait dans les branches du mûrier des galeries longitudinales; il y avait même des galeries cloisonnées lorsque deux larves avaient perforé la même branche. L'insecte parfait sortait par des ouvertures percées plus ou moins obliquement (*Annales de la Société entomologique de France*, 1853, Bulletin, p. LVII).

» Il doit en être de même pour la vigne en Tunisie. On devra couper les sarments atteints et recueillir avec soin les branches cassées ou le plant malade, puis brûler le tout avant la sortie de l'insecte. Les ravages, qui ne paraissent pas encore importants, seront ainsi conjurés. »

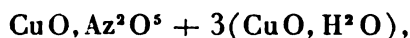


MINÉRALOGIE. — *Sur la préparation du nitrate basique de cuivre cristallisé, et sur son identification avec la gerhardtite.* Note de M. L. BOURGEOIS, présentée par M. Fouqué.

« J'ai eu l'occasion d'annoncer à l'Académie (1) que beaucoup de dissolutions salines, chauffées à 130° en tube scellé, avec de l'urée, fournissent un dépôt cristallisé de carbonates (calcite, strontianite, withérite, cérusite, etc.). Les sels de cuivre se comportent, dans ces conditions, d'une tout autre manière : il ne se fait pas de carbonate, le sel passe à l'état de sel basique, en même temps qu'il se dégage de l'acide carbonique à l'ouverture du tube. Ainsi le sulfate de cuivre, chauffé avec de l'urée, donne un précipité vert bleuâtre formé de cristaux microscopiques de brochantite ; de même, avec le chlorure cuivrique, on a une poudre microcristalline d'un beau vert, qui est de l'atacamite. Les cristaux de ces deux sous-sels ainsi obtenus sont du reste assez mal formés.

» En reprenant la même expérience avec du nitrate de cuivre, j'ai vu le tube se remplir de belles paillettes très minces, d'un bleu verdâtre pâle, que l'analyse a montrées être un azotate basique de cuivre, ainsi qu'on le verra plus loin. Or ce corps, récemment découvert à l'état naturel, mérite de fixer l'attention.

» M. Brush a, en effet, signalé ce produit en cristaux vert foncé avec malachite et cuprite, sur des échantillons de l'Arizona, et MM. Wells et Penfield en ont fait une étude complète au point de vue chimique et cristallographique (2). Les cristaux dérivent d'un prisme orthorhombique de 94°40', avec les faces de la base et de nombreuses facettes octaédriques ; leur composition chimique répond à la formule



ce qui en fait un nitrate correspondant à l'atacamite  $\text{CuCl}^2 + 3(\text{CuO}, \text{H}^2\text{O})$  dans la série des chlorures. Ce corps est le premier exemple d'un azotate basique insoluble existant à l'état natif ; il y a lieu de remarquer, de plus, que sa composition répond à celle des nitrates basiques de cuivre artificiels

(1) *Comptes rendus*, t. CIII, p. 1088 ; 1886.

(2) *Amer. Journ. of Science*, 3<sup>e</sup> série, t. XXX, p. 50 ; 1885.

étudiés par divers auteurs, particulièrement par Gerhardt (1); aussi les savants américains ont-ils à bon droit dédié l'espèce nouvelle à la mémoire de cet illustre chimiste, en lui donnant le nom de *gerhardtite*.

» Les auteurs qui se sont occupés des propriétés du sous-nitrate de cuivre n'indiquent pas qu'il s'engendre à l'état cristallin; pour combler cette lacune, MM. Wells et Penfield ont chauffé en tube scellé à 150° pendant vingt-quatre heures une solution de nitrate de cuivre avec du cuivre métallique. Ils ont obtenu ainsi des cristaux verts possédant exactement la composition de la gerhardtite naturelle, ainsi qu'une partie de ses propriétés, mais s'en distinguant cependant par leur forme cristalline qui dérive d'un prisme clinorhombique. La détermination très soignée de MM. Wells et Penfield démontre qu'on est en présence d'un cas de dimorphisme.

» Les cristaux que nous avons obtenus nous-même, en chauffant à 130° une solution aqueuse renfermant des proportions équivalentes d'azotate de cuivre et d'urée, constituent des paillettes brillantes, très minces, d'un vert bleuâtre clair, de densité 3,41, insolubles dans l'eau, très solubles dans les acides, même étendus. Par calcination au-dessous du rouge, la substance dégage de l'eau et des vapeurs nitreuses en laissant un résidu d'oxyde de cuivre. Nous y avons dosé le cuivre et aussi l'acide azotique en suivant le procédé Schläsing, ce qui a fourni les nombres suivants :

|                            | I.   | II.  | Calculé<br>pour<br>4 CuO, Az <sup>2</sup> O <sup>2</sup> , 3 H <sup>2</sup> O. |
|----------------------------|------|------|--|
| • Oxyde cuivrique.....     | 66,1 | 66,0 | 66,22  |
| Acide azotique anhydre.... | 22,2 | 22,3 | 22,52  |

» Il y a donc identité de composition avec la gerhardtite.

» Examinée au microscope, la substance se présente en lamelles rectangulaires dérivant d'un prisme orthorhombique aplati suivant sa base *p* et portant des tronçatures sur les arêtes *pm*, *ph'*, *pg'*; l'angle *mm*, mesuré au microscope sur la base, est de 94°30'. Sur la face *p*, les extinctions en lumière parallèle se font suivant les arêtes *ph'* et *pg'*, et, au travers de cette même face, on voit en lumière convergente deux axes optiques moyennement écartés dans le plan *g'* avec bissectrice normale à *p*, et la

(1) *Comptes rendus*, t. XXII, p. 961; 1846.

dispersion  $\rho < v$ . Ces derniers caractères s'accordent avec les données relatives à la gerhardtite naturelle, tandis que le produit artificiel de MM. Wells et Penfield ne permet de voir qu'un seul axe optique à travers la face d'aplatissement.

» Nous avons répété l'expérience de MM. Wells et Penfield en chauffant à  $150^\circ$  une solution d'azotate de cuivre avec de la tournure de ce métal ; nous avons constaté qu'il ne se dégage pas de gaz à l'ouverture des tubes, que la liqueur est passée du bleu au vert par suite de la formation d'azotite de cuivre. Il s'est déposé des cristaux microscopiques très nets, identiques à ceux que nous avons obtenus par l'urée ; nous n'avons jamais vu se produire la variété clinorhombique, en cristaux mesurables, décrite par les savants américains.

» Nous ajouterons qu'on peut encore obtenir très simplement du sous-nitrate de cuivre cristallisé dans d'autres circonstances : il suffit de décomposer lentement le nitrate neutre par l'action d'une chaleur modérée. Pour cela, une solution du sel a été évaporée au bain de sable dans un gobelet en verre de Bohême recouvert d'un verre de montre. Au bout de douze heures, il s'était déposé des cristaux vert bleuâtre en même temps que l'acide nitrique s'échappait partiellement du mélange. Après refroidissement, on lessive par l'eau pour enlever le nitrate neutre ; il reste les cristaux d'azotate basique, qui ont été analysés et qui possèdent exactement la même composition et les mêmes propriétés cristallographiques que le sous-sel préparé au moyen de l'urée (1). »

**M. CH.-V. ZENGER** adresse une Note, accompagnée de photographies, sur les résultats obtenus avec son appareil électrodynamique à trois électro-aimants.

Ces résultats lui paraissent de nature à modifier un peu les conclusions formulées récemment par M. F. Tisserand, dans sa Communication « Sur les mouvements des planètes, en supposant l'attraction représentée par l'une des lois électrodynamiques de Gauss et Weber ». Il croit d'ailleurs que cet appareil doit permettre d'obtenir une solution graphique des questions qui se rapportent au problème des trois corps.

(Renvoi à l'examen de M. Tisserand.)

---

(1) Laboratoire de M. Fouqué, au Collège de France.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

J. B.

---

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

---

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 10 MARS 1890.

*Souvenirs de Marine. — Collection de plans ou dessins de navires et de bateaux anciens ou modernes existants ou disparus, avec les éléments numériques nécessaires à leur construction; par le vice-amiral PARIS. Quatrième Partie, Planches 181 à 240. Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1889; 1 vol. in-f°.*

*Essai sur la Géométrie de la règle et de l'équerre; par G. DE LONGCHAMPS. Paris, Ch. Delagrave, 1890; 1 vol. gr. in-8°.* (Présenté par M. Darboux.)

*Université de France. — Travaux et Mémoires des Facultés de Lille. Tome I. Mémoire n° 1 (P. PAINLEVÉ, Transformation des fonctions  $V(x, y, z)$ ). — Mémoire n° 2 (P. DUHEM, Des corps diamagnétiques). Lille, au siège des Facultés, 1889; 2 br. gr. in-8°.* (Présenté par M. Darboux.)

---

ERRATA.

---

(Séance du 3 mars 1890.)

Note de M. Charles Fabry, Sur la localisation des franges d'interférence produites par les miroirs de Fresnel :

Page 455, ligne 8, au lieu de faute de miroirs, lisez fente et miroirs.

Même page, ligne 16, au lieu de réduits, lisez réduite.

---

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

### DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

SÉANCE DU LUNDI 17 MARS 1890,

PRÉSIDENTE DE M. HERMITE.

---

#### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **SECRETARE PERPÉTUEL** annonce à l'Académie que le tome CVIII des *Comptes rendus* est en distribution au Secrétariat.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur l'application des lois électrodynamiques au mouvement des planètes.* Note de M. MAURICE LÉVY.

« 1. Dans une Communication du 17 février dernier, M. Tisserand a montré que, si l'on appliquait la loi d'attraction électrodynamique de Gauss au mouvement des corps célestes, on rendrait compte, pour les trois quarts environ de sa valeur, de l'écart d'environ 38" par siècle qui existe entre le mouvement du périhélie de Mercure, tel qu'il résulte des observations, et celui que le calcul permet d'attribuer à l'action des planètes. Ce

résultat serait d'ailleurs obtenu sans que la nouvelle loi troublât sensiblement l'accord que la loi newtonienne établit, pour les autres astres, entre la théorie et l'observation.

» Précédemment, dans une Communication du 30 septembre 1872, M. Tisserand avait montré que la formule de Weber, appliquée de même, ne rendait compte que des  $\frac{2}{3}$  environ de l'écart qu'il s'agirait d'expliquer.

» Notre savant Confrère prend le soin d'ajouter qu'il se borne à constater ces faits, sans prétendre en conclure que la loi de Gauss soit la vraie.

» 2. Cette formule de Gauss, que le grand géomètre n'avait pas, de son vivant, jugée mûre pour la publicité, qui a été extraite de ses papiers posthumes, ne peut pas, je crois, être considérée comme une loi d'attraction universelle.

» Elle est contraire au principe de l'énergie, contraire aussi aux faits. On ne voit pas, en effet, comment elle pourrait expliquer l'induction entre courants de positions fixes et d'intensités variables, puisque, ne dépendant que des vitesses des points agissants et non de leurs accélérations, elle ne peut introduire dans les expressions qu'elle fournit pour les actions entre courants variables, que les courants eux-mêmes et non leurs dérivées par rapport au temps. Et, en effet, Gauss, dans les fragments qu'il a laissés, à ce sujet, ne l'a pas appliquée à ce phénomène. Il ne l'a appliquée qu'aux actions électrodynamiques, c'est-à-dire à des lois où les dérivées des courants n'interviennent pas.

» 3. Riemann a donné une loi qui, comme celle de Weber, est en accord à la fois avec le principe de l'énergie et avec les faits bien constatés en Électricité.

» De ces deux lois, il est possible d'en déduire une infinité d'autres qui possèdent les mêmes qualités et, parmi elles, il y en a une qui, appliquée aux corps célestes, fournit le mouvement du périhélie de Mercure avec telle approximation qu'on veut. C'est cette loi que je me propose d'indiquer, sans prétendre qu'elle soit plus vraisemblable que les autres, sans prétendre non plus que ce soit dans des lois de cette nature qu'il convient de chercher l'avenir de l'Électricité.

» Soient respectivement  $P_1$  et  $P_2$  les potentiels de Weber et de Riemann. Comme, appliqués à deux courants électriques fermés, ils donnent exactement les mêmes résultats, leur différence

$$P_2 - P_1$$

ne donnera d'effet d'aucune sorte entre deux pareils courants.

• » Il en sera encore de même d'un potentiel égal au produit de cette différence par une constante numérique quelconque  $\alpha$ .

» Donc le potentiel

$$(1) \quad P = P_1 + \alpha(P_2 - P_1)$$

reproduit, aussi bien que ceux de Weber et de Riemann, tous les phénomènes électriques bien observés sur les courants, et cela quelle que soit la constante  $\alpha$ .

» On peut donc se proposer de déterminer cette dernière de façon que l'attraction définie par ce même potentiel explique aussi le mouvement du périhélie de Mercure.

» On a

$$P_1 = \frac{fm\mu}{r} \left[ 1 - \frac{1}{h^2} \left( \frac{dr}{dt} \right)^2 \right],$$

$m$  et  $\mu$  étant les masses attirantes;  $r$  leur distance à l'instant  $t$ ;  $f$  le coefficient d'attraction et  $h$  une vitesse qu'on suppose voisine de celle de la lumière

$$P_2 = \frac{fm\mu}{r} \left( 1 - \frac{1}{h^2} V^2 \right),$$

en appelant  $V$  la vitesse relative des deux points en présence.

» Si l'on veut appliquer ces formules au mouvement héliocentrique de Mercure, il faut désigner par  $m$  la masse de la planète, par  $\mu$  cette même masse augmentée de celle du Soleil.

» On aura

$$V^2 = \left( \frac{dr}{dt} \right)^2 + r^2 \left( \frac{d\omega}{dt} \right)^2,$$

en désignant par  $r$  et  $\omega$  les coordonnées héliocentriques de la planète dans le plan de son orbite.

» Par suite,

$$(2) \quad R = \alpha(P_2 - P_1) = - \frac{fm\mu\alpha}{h^2} r \left( \frac{d\omega}{dt} \right)^2 = - mkr\omega'^2,$$

en faisant

$$(3) \quad k = \frac{f\mu\alpha}{h^2}, \quad \omega' = \frac{d\omega}{dt},$$

puis

$$(4) \quad P = P_1 + R.$$

» Le potentiel de Weber P, donne une force perturbatrice dirigée suivant le rayon de l'astre. Son effet sur Mercure a été calculé par M. Tisserand.

» Il donne, pour le mouvement séculaire du périhélie, en négligeant le carré de l'excentricité,

$$(5) \quad \delta\omega_w = \frac{f'n}{h^2 a} nt,$$

$a$  étant la moyenne distance et  $n$  le moyen mouvement de l'astre.

» Je ne m'occupe donc que du terme complémentaire R.

» Il fournit deux forces perturbatrices, toutes deux situées dans le plan de l'orbite : l'une dirigée suivant le rayon de l'astre, l'autre perpendiculaire à ce rayon. Je les désignerai respectivement par  $m\varphi_r$  et  $\frac{m}{r}\varphi_w$ .

» On aura alors

$$(6) \quad \left\{ \begin{array}{l} \varphi_r = -kw'^2 = -kn^2(1-e^2)\left(\frac{a}{r}\right)^3, \\ \varphi_w = 2k \frac{drv'}{dt} = 2k \frac{d \frac{na^2\sqrt{1-e^2}}{r}}{dt}, \end{array} \right.$$

et l'on peut, avec une approximation bien suffisante, évaluer cette dernière sans faire varier les éléments, en sorte que

$$(6 \text{ bis}) \quad \varphi_w = 2kna\sqrt{1-e^2} \frac{d^a}{dt} = 2kn^2a\sqrt{1-e^2} \frac{d^a}{d\zeta},$$

$\zeta$  étant l'anomalie moyenne.

» Il est évident que le plan de l'orbite ne sera pas troublé, c'est-à-dire que son inclinaison et son nœud resteront invariables.

» Il suffit donc d'étudier les variations des quatre autres éléments de la planète

$$a, e, \varepsilon, \omega,$$

dont les deux derniers représentent, comme de coutume, la longitude moyenne de l'époque et la longitude du périhélie. C'est cette dernière surtout qui est intéressante. Elle est donnée, d'après la théorie de la variation des constantes, par l'équation

$$(7) \quad \frac{d\omega}{dt} = -\frac{\sqrt{1-e^2}}{na^2v} \left( \varphi_r \frac{\partial r}{\partial e} + \varphi_w \frac{\partial w}{\partial e} \right)$$



ou

$$\frac{d\varpi}{dt} = - \frac{kn(1-e^2)}{ae} \left[ \frac{\sqrt{1-e^2}}{3} \frac{\partial \left(\frac{a}{r}\right)^3}{\partial e} + 2 \frac{d^2 a}{d\zeta} \frac{\partial \varpi}{\partial e} \right]$$

ou, en négligeant le carré de l'excentricité,

$$(8) \quad \frac{d\varpi}{dt} = - \frac{kn}{a} [\cos \zeta + e(-1 + 5 \cos 2\zeta)],$$

soit pour le terme séculaire

$$\frac{d\varpi}{dt} = \frac{kn}{a} = \frac{f\mu z}{h^2 a} n.$$

» Donc, en vertu de (5), la valeur complète du mouvement séculaire du périhélie est

$$(9) \quad \delta\varpi = \frac{f\mu}{h^2 a} (1 + \alpha) nt.$$

- » La formule de Weber ne fournit que les  $\frac{2}{3}$  environ de la valeur de  $\delta\varpi$ .
- » La formule de Gauss en donne les  $\frac{2}{3}$  environ, soit

$$\delta_s \varpi = \frac{2f\mu}{h^2 a} nt.$$

» On voit qu'on obtient le même résultat en faisant, dans (9),  $\alpha = 1$ , ce qui donne la formule de Riemann. Ainsi, cette dernière est aussi satisfaisante que celle de Gauss au point de vue de l'explication du mouvement du périhélie de Mercure, et elle s'accorde avec le principe de l'énergie et les faits électriques.

» Si l'on veut une formule qui explique complètement le mouvement du périhélie de Mercure, il faut prendre  $\alpha > 1$ . La valeur de  $\delta\varpi$  pour un siècle est  $\delta\varpi = 38''$ . Celle que M. Tisserand a obtenue par la formule de Weber en prenant, pour  $h$ , la vitesse de la lumière étant de  $14'',4$ , celle donnée par notre formule sera

$$(1 + \alpha) \times 14'',4.$$

» Pour qu'elle soit de  $38''$ , on devra prendre

$$\alpha = -1 + \frac{38}{14,4} = 1,63,$$

soit environ

$$\alpha = \frac{5}{3}.$$

» Il y a un terme périodique qui contient l'excentricité en dénominateur. Il peut, pour Mercure, atteindre au maximum  $0^{\prime},03\alpha$ , soit  $0^{\prime},05$  pour  $\alpha = \frac{2}{3}$ , et n'a qu'une influence négligeable sur la variation des coordonnées des planètes.

» La longitude moyenne  $\varepsilon$  de l'époque contient aussi un terme séculaire :

$$\delta\varepsilon = \frac{2f\mu z}{h^2} nt.$$

» D'ailleurs, le terme relatif au potentiel de Weber n'y ajouterait rien dans la limite de notre approximation.

» Cette variation  $\delta\varepsilon$  ne fait, comme on sait, que modifier légèrement la valeur théorique de la distance  $\alpha$ .

» Quant aux éléments  $a$  et  $e$ , ils ne subissent que des perturbations périodiques.

» En résumé, le potentiel auquel nous sommes arrivé entre deux particules  $m$  et  $\mu$  dont la distance à l'instant  $t$  serait  $r$  et dont la vitesse relative serait  $V$  est

$$(10) \quad P = -\frac{fm\mu}{r} \left\{ 1 - \frac{1}{h^2} \left[ (1 - \alpha) \left( \frac{dr}{dt} \right)^2 + \alpha V^2 \right] \right\}.$$

» Pour  $\alpha = 0$  (Weber), on explique les  $\frac{3}{4}$  du mouvement du périhélie de Mercure non attribuable aux planètes; pour  $\alpha = 1$  (Riemann), les  $\frac{3}{4}$  de ce mouvement; pour  $\alpha = \frac{2}{3}$ , le mouvement à peu près véritable.

» Nous répétons que nous n'entendons tirer de ces résultats, que nous nous bornons à constater, aucune conséquence.

» Ajoutons, au point de vue purement électrique, que nous avons reconnu que le potentiel de la forme ci-dessus, le plus général possible, compatible avec les faits électriques connus est

$$(11) \quad P = fm\mu \left[ \frac{1}{r} - \frac{1}{2} \left( \frac{\partial}{h^2 r} + G'r \right) \left( \frac{dr}{dt} \right)^2 - \frac{1}{2} GV^2 \right],$$

$G$  étant une fonction arbitraire de  $r$ .

» Si l'on n'impose pas aux actions entre les deux points l'obligation de provenir d'un potentiel, mais seulement de reproduire les actions électrodynamiques et d'induction voulues entre courants fermés, elles comportent deux fonctions arbitraires de  $r$  que j'appelle  $G$  et  $K$ . Dans ce cas, l'action exercée par  $\mu$  sur  $m$  peut se décomposer en trois forces : l'une  $F_r$  dirigée suivant  $r$  compté de  $\mu$  vers  $m$ ; la deuxième  $F_v$  suivant la vitesse  $V$  dans le

mouvement de  $m$  autour de  $\mu$ ; la troisième  $F_J$  suivant l'accélération  $J$  dans le même mouvement.

» Et l'on a

$$(12) \quad \begin{cases} \frac{F_r}{fm\mu} = \left( \frac{K''r}{2} - \frac{K'}{2} + G' + \frac{2}{h^2 r^2} \right) \left( \frac{dr}{dt} \right)^2 \\ \quad + \left( G'r + \frac{2}{h^2 r} \right) \frac{d^2 r}{dt^2} + \left( \frac{K'}{2} - G' - \frac{1}{h^2 r^2} \right) V^2, \\ \frac{F_v}{fm\mu} = \left( K' - \frac{2}{h^2 r^2} \right) V \frac{dr}{dt}, \\ \frac{F_J}{fm\mu} = G \times J. \end{cases}$$

» Pour que la force résultante provienne d'un potentiel, il suffit d'établir, entre les deux fonctions arbitraires, la relation

$$K = G - \frac{2}{h^2 r}.$$

» Suivant qu'on y ajoute  $G = 0$ , ou  $K = 0$ , ou  $G = \frac{2\alpha}{h^2 r}$ , on a la force de Weber, celle de Riemann ou celle provenant du potentiel plus général (10).

» Les formules que nous venons d'établir sont essentiellement distinctes de celles de Clausius et supposent, comme celles de Weber et de Riemann, qu'elles comprennent, comme cas particuliers, l'hypothèse de deux fluides.»

OPTIQUE. — *Sur le halo des lames épaisses, ou halo photographique, et les moyens de le faire disparaître.* Note de M. A. CORNU.

« Lorsqu'on prend l'image photographique d'un point lumineux très brillant sur une couche impressionnable fixée à une lame de verre, on obtient généralement autour de cette image une couronne plus ou moins intense, rappelant l'aspect du phénomène météorologique connu sous le nom de *halo* : aussi appelle-t-on cette image secondaire le *halo photographique*.

» Ce phénomène produit sur les épreuves artistiques l'effet le plus fâcheux; car il apparaît non seulement autour de l'image des points exceptionnellement brillants, mais encore autour de toutes les plages fortement éclairées : aussi a-t-on cherché depuis longtemps à faire disparaître un phénomène si gênant. Il semble toutefois que les remèdes proposés jus-

qu'ici ne soient pas très efficaces, car il n'est guère de Recueil photographique qui ne donne chaque année plusieurs recettes nouvelles destinées à combattre le halo.

» Le rôle, chaque jour plus important, que joue la Photographie dans les Sciences d'observation, et particulièrement en Astronomie physique, m'a paru exiger l'examen détaillé de ce phénomène qui ne tend rien moins qu'à fausser par des effets secondaires des images qui passent pour être l'expression la plus fidèle de la réalité : je me suis donc proposé d'étudier les conditions dans lesquelles il se produit, afin de trouver un moyen certain de l'éviter.

» *Observation directe du halo.* — Mon premier soin a été de chercher à rendre le phénomène directement visible à l'œil, sans compliquer l'observation d'une manipulation photographique : il suffit pour cela de déposer à la surface d'une lame de verre une couche mince d'une substance *diffusante* quelconque en *contact intime* avec cette surface et d'y projeter un faisceau lumineux étroit et intense. On aperçoit alors autour de la trace du faisceau le halo en question sous forme d'un cercle lumineux net au bord intérieur, dégradé vers l'extérieur.

» Quant à la couche diffusante, on l'obtient par les procédés les plus divers : on peut d'abord utiliser les plaques photographiques soit à la gélatine, soit au collodion sec, qui peuvent servir longtemps à la lumière sans noircir; si l'on veut une couche inaltérable, on peut prendre un verre émaillé : à défaut de ce verre, on étendra sur une vitre soit une émulsion gélatinieuse au sulfate de baryte, soit une feuille de papier mouillé; enfin on obtient un enduit excellent, applicable sur toute lame transparente, en étendant au pinceau du blanc de plomb (blanc d'aquarelle ou de gouache) délayé dans l'eau gommée épaisse.

» Voici les principaux résultats qu'on observe :

» 1° La formation du halo est indépendante du dispositif optique avec lequel on éclaire la couche diffusante : lentille simple, objectif composé, miroir concave, carton percé d'un trou, etc., tous ces dispositifs réussissent également bien, pourvu que le point lumineux formé soit très intense.

» 2° La forme circulaire et le diamètre du halo sont, avec une lame diffusante donnée, indépendants de l'obliquité de la lame relativement à l'axe du faisceau éclairant; l'enduit diffusant peut être indifféremment tourné vers la source ou du côté opposé : le phénomène s'observe à la fois sur l'une et l'autre face de l'enduit.

» 3° Le diamètre du halo est proportionnel à l'épaisseur de la lame de

verre : il est un peu moindre que le quadruple de l'épaisseur de cette lame. (L'épaisseur du support transparent <sup>(1)</sup> de la couche diffusante jouant un rôle principal et indépendant de l'impression photographique, je propose de donner à ce phénomène le nom de *halo des lames épaisses*.)

» 4° Contrairement à ce qu'on observe dans le halo solaire, où le bord intérieur est rouge, le halo des lames épaisses est bordé intérieurement de bleu : l'observation exige, pour être bien nette, une lame de grande épaisseur (10<sup>mm</sup> à 20<sup>mm</sup>) et un point lumineux très petit.

» 5° Le faisceau lumineux restant le même, l'éclat des halos observés avec des lames d'épaisseur différentes décroît rapidement lorsque leur diamètre grandit : les halos étroits des lames peu épaisses (1<sup>mm</sup>) sont très brillants ; ceux des lames de grande épaisseur sont larges et pâles, toutes choses égales d'ailleurs.

» *Explication du phénomène.* — Le point illuminé O (*fig. 1*) de la couche diffusante OCHN, en contact intime avec le verre, joue le rôle d'une véri-

Fig. 1.

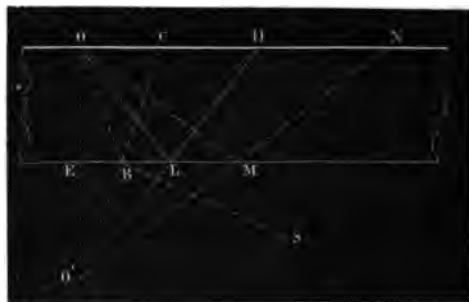


table source lumineuse rayonnant dans tous les sens ; tous les rayons émis à l'intérieur de la lame en atteignent la seconde surface EBLM et s'y réfléchissent : les uns, tels que OB, par *réflexion vitreuse* ; les autres, tels que OM, par *réflexion totale*. Les premiers OB, compris entre la normale OE et l'angle limite EOL, donnent naissance à des rayons réfléchis peu intenses BC, parce qu'ils correspondent à des rayons émergents BS qui emportent la majeure partie de l'intensité lumineuse ; les autres, au con-

(<sup>1</sup>) Le support transparent peut être autre que le verre, comme on le verra plus loin : ainsi l'on emploie maintenant des *plaques souples*, où l'émulsion photographique est déposée sur gélatine ; ces plaques, quoique très minces, donnent aussi des halos difficilement perceptibles sur le cliché, mais qu'on observe directement avec facilité ; leur diamètre correspond exactement à leur *épaisseur optique*.

traire, comme OM, situés au delà de l'angle limite, fournissent des rayons réfléchis très brillants, la réflexion totale ne leur faisant rien perdre de leur intensité (1).

» Tous ces rayons réfléchis viennent éclairer la face interne de la couche diffusante et y produisent deux plages contiguës, d'inégal éclat, dont il est facile de tracer la limite. En effet, ces rayons émanent tous du point O', image virtuelle de la source, symétrique du point O par rapport à la surface de la lame : les rayons réfléchis vitreusement sont compris dans le cône de révolution autour de la normale O'E, ayant pour sommet O' et pour demi-angle au sommet l'angle limite EO'L = EOL : ils donnent une plage peu éclairée, limitée au cercle, section droite de ce cône par le plan diffusant. Les rayons réfléchis totalement situés à l'extérieur de ce cône formeront une plage brillante commençant brusquement au même cercle et illimitée à l'extérieur. On reconnaît le halo décrit ci-dessus.

» La diffusion au point O ayant lieu quelle que soit la direction du faisceau éclairant, on voit que le phénomène doit être, comme forme, sinon comme intensité, indépendant de l'obliquité de la lame sur le faisceau incident : c'est ce que montre l'expérience.

» Le demi-diamètre  $\rho = OH$  du halo est celui du cercle de base du cône précité. Soit R = OO'L l'angle limite (tel que  $n \sin R = 1$ ,  $n$  étant l'indice de réfraction de l'air au verre), on a évidemment, en appelant  $e$  l'épaisseur de la lame

$$\rho = 2e \operatorname{tang} R \quad \text{ou} \quad \rho = \frac{2e}{\sqrt{n^2 - 1}}$$

» Le diamètre du halo est donc proportionnel à l'épaisseur de la lame : il diminue avec la réfrangibilité de la lumière employée, puisque  $n$  grandit avec elle : le bord intérieur doit donc être bleu. L'indice moyen du verre étant voisin de  $n = \frac{3}{2}$ , on en tire  $2\rho = e \cdot 8 : \sqrt{5} = 3,578e$  ; le diamètre moyen du halo est donc un peu moindre que le quadruple de l'épaisseur de la lame : tous ces résultats sont conformes à l'expérience.

» La dégradation de l'intensité lumineuse du halo vers l'extérieur s'explique aisément : l'éclairement en un point N, de plus en plus éloigné du

---

(1) On voit la nécessité du contact intime de la couche diffusante avec la surface du verre, dont elle doit, en quelque sorte, faire partie optiquement : si les particules diffusantes étaient séparées de cette surface par une couche d'air, si mince qu'elle fût, les rayons transmis à l'intérieur du verre resteraient compris dans l'angle limite EOL et ne pourraient pas le dépasser.

centre O, décroît rapidement pour deux motifs : la source virtuelle O' est à une distance de plus en plus grande et les rayons qui en arrivent sont de plus en plus obliques sur le plan diffusant ON.

» D'autre part, on établit aisément la loi qui lie l'intensité des halos avec leur diamètre : considérons deux lames de même verre, d'épaisseur différente, éclairées par des faisceaux identiques ; appelons *points homologues* N, N<sub>1</sub> les points correspondant à des rayons réfléchis, également inclinés sur la normale EO', E, O' : ces points seront à des distances O'N, O'<sub>1</sub>N<sub>1</sub> de leurs sources respectives, proportionnelles à l'épaisseur de la lame ; les intensités aux points homologues seront donc en raison inverse du carré de ces épaisseurs ou du carré du diamètre des halos : telle est la cause de l'affaiblissement rapide de l'éclat des halos avec l'accroissement de leur diamètre.

» *Expériences directes de vérification.* — a. L'analyse précédente fait prévoir :

» 1° Que le demi-diamètre EL de la base du cône des rayons susceptibles d'émerger est moitié de celui du halo ;

» 2° Qu'avec la lumière blanche, la bordure de ce cercle doit être complémentaire de celle du halo, c'est-à-dire offrir une teinte rouge.

» C'est ce qu'on vérifie en saupoudrant d'une poussière légère la seconde face de la lame qui s'illumine alors sur une surface présentant la forme circulaire, le bord rouge et le diamètre prévus.

» b. Le halo est la section droite du cône de l'angle limite : cette section est circulaire, parce que l'axe de révolution OO', normal au plan réfléchissant, est aussi normal au plan diffusant, les deux faces de la lame étant parallèles ; mais, si les deux faces sont inclinées l'une sur l'autre, l'axe du cône de révolution, toujours normal au plan réfléchissant, s'incline du même angle : le halo devient alors une section oblique de ce cône : de *cercle concentrique* qu'il était dans le premier cas, il devient *ellipse excentrique*.

» C'est ce qu'on observe avec un prisme de verre de 12° à 15° d'angle au sommet, dont une face est rendue diffusante. L'expérience est plus instructive en collant ce prisme avec une goutte d'eau <sup>(1)</sup> derrière une lame parallèle dont la face extérieure est diffusante. On observe alors :

---

(1) Si le milieu extérieur, au lieu d'être l'air, dont l'indice est 1, est un fluide d'indice n', l'indice relatif devient n : n' et le demi-diamètre du halo a pour valeur

$$\rho = \frac{\lambda en'}{\sqrt{n^2 - n'^2}}$$

On en conclut que le diamètre du halo grandit à mesure que l'indice extérieur n' croît de 1 à n : lorsque l'égalité est atteinte, le halo devient infiniment grand, par suite infiniment pâle et disparaît. La valeur imaginaire pour n' > n correspond à l'impossibilité de la réflexion totale.

» 1° Un halo circulaire concentrique produit par réflexion totale (verre sur eau) sur la face mouillée de la lame;

» 2° Le halo elliptique excentrique dû à la réflexion totale (verre sur air) sur la face extérieure du prisme;

» 3° Un arc d'un second halo elliptique excentrique provenant de réflexions multiples faciles à analyser.

» Le phénomène se réduit au premier halo elliptique, si l'on remplace l'eau par un mélange d'essences (térébenthine, girofle, canelle) ayant le même indice que la lame et le prisme.

» c. La vérification simultanée du diamètre et de l'intensité correspondante des halos avec l'épaisseur de la lame s'obtient en collant avec une essence convenable derrière la lame diffusante un fragment de la même lame. Si l'on dirige le faisceau sur la ligne de séparation des régions d'épaisseur différente, on obtient deux demi-halos, situés de part et d'autre de cette ligne : le plus petit étant le plus brillant, le plus grand le plus pâle. Le mica et le gypse, par leur facile clivage, permettent d'autres formes de la même vérification.

» d. On peut varier à l'infini les vérifications indirectes : je me bornerai à citer deux séries d'expériences curieuses : l'une qui consiste à graver sur la face non diffusante d'une lame de verre des divisions ou des dessins qui portent une ombre de dimensions doubles sur la plage illuminée de l'extérieur du halo; l'autre qui consiste à coller avec un liquide approprié derrière une lame diffusante une lame de spath d'Islande ou d'azotate de soude : la réflexion totale donne un double halo assez complexe correspondant aux rayons doublement réfractés; on y reconnaît des arcs de cercle et d'ellipse discontinus qui se réduisent à deux cercles concentriques, si le cristal est taillé perpendiculairement à l'axe.

» La justesse de l'explication proposée est donc surabondamment démontrée; on peut d'ailleurs conserver l'image exacte de tous les phénomènes ci-dessus décrits et effectuer à loisir les vérifications quantitatives, en opérant avec des plaques photographiques au lieu de lames simplement diffusantes : j'ai l'honneur de présenter à l'Académie une collection de ces clichés.

» *Moyens d'atténuer et de faire disparaître le halo photographique.* — Dans un grand nombre de cas, on atténuerait le halo d'une manière satisfaisante en employant comme support de la couche impressionnable des lames suffisamment épaisses. Mais le véritable remède ressort de l'étude précédente : il consiste à empêcher le retour à la surface sensible des rayons provenant non seulement de la réflexion totale, mais même de la réflexion vitreuse. Le moyen le plus simple d'y parvenir est, d'abord d'annuler le pouvoir réfléchissant de la seconde surface par le contact intime d'une substance de même indice; en second lieu, d'éteindre les rayons transmis à cette substance, en lui donnant un pouvoir absorbant suffisant pour empêcher que la réflexion ne se produise à la face d'émergence.



On est donc conduit à enduire le revers des plaques photographiques d'un vernis opaque convenable, moyen déjà préconisé plusieurs fois. Comment se fait-il que cet artifice ait été considéré jusqu'ici comme insuffisant ? C'est qu'on n'a pas signalé la condition essentielle qui en assure l'efficacité, à savoir l'égalité des indices de réfraction : toute différence notable d'indice, par excès aussi bien que par défaut, maintient la réflexion appelée ci-dessus *vitreuse*, quelle que soit l'opacité de l'enduit : c'est cette réflexion qui produit, sinon les halos circulaires, du moins ces nébulosités si gênantes autour des objets vivement éclairés.

» Comme preuve de l'efficacité de cette condition, je mets sous les yeux de l'Académie des clichés offrant sur la même plaque deux images du même point brillant obtenues successivement avec la même durée d'exposition. Celle du haut offre un halo extrêmement intense, celle du bas en est absolument dépourvue : pour obtenir ce résultat, chacune de ces plaques (gélatine ou collodion) avait été enduite par derrière, sur sa moitié inférieure, d'une pâte formée de noir de fumée et d'un mélange d'essences <sup>(1)</sup> ayant exactement le même indice que le verre. Cet enduit a suffi pour empêcher toute trace de halo. L'expérience sous cette forme est tout à fait décisive : elle permet de conclure que le problème de l'annulation du halo photographique est définitivement résolu. »

(1) Ce mélange d'essence de girofle ( $n = 1,520$ ) et d'essence de canelle ( $n = 1,610$ ) est très commode pour les opérations de laboratoire; il a l'avantage de ne pas sécher; on étend la pâte avec un pinceau sur le revers de la plaque, au moment de l'employer, et on l'essuie avant le développement.

Pour obtenir un mélange ayant l'indice d'un verre donné, on détache au diamant une bande de ce verre qu'on doucit au besoin sur les tranches, de manière à obtenir une baguette à quatre arêtes réfringentes : on plonge cette baguette dans le mélange contenu dans une cuve à faces parallèles, et l'on observe le sens de la déviation d'une ligne brillante à travers un angle réfringent; si l'on part du liquide ayant l'indice plus faible que celui du verre et qu'on ajoute progressivement le liquide ou la substance plus réfringente, on diminue, puis finalement on annule cette déviation : l'égalité d'indice est alors atteinte. L'emploi d'une lumière monochromatique et l'utilisation simultanée de deux angles réfringents opposés facilite beaucoup le réglage.

Je me propose de faire connaître ultérieurement un vernis ayant, après dessiccation, le même indice que le verre à vitre ordinairement employé; on pourra ainsi préparer à l'avance l'enduit noir *sec* des plaques photographiques destinées à servir loin du laboratoire obscur.

CHIMIE AGRICOLE. — *Observations sur les réactions entre la terre végétale et l'ammoniaque atmosphérique*; par M. BERTHELOT.

« L'atmosphère contient une trace d'ammoniaque, 1 milligramme environ, à Paris, pour 50 000 litres d'air <sup>(1)</sup>; la terre, d'autre part, émet de l'ammoniaque incessamment <sup>(2)</sup>, ou tout au moins dans un grand nombre de circonstances, et elle possède aussi la propriété d'en absorber <sup>(3)</sup>. Cette double faculté d'émission et d'absorption détermine des échanges entre la terre végétale et l'air atmosphérique, échanges qui résultent de diverses réactions complexes et mal connues, d'ordre physique, chimique et micro-biologique, en vertu desquelles la terre peut, en principe comme en fait, tantôt céder de l'ammoniaque à l'air, tantôt lui en emprunter. Quoiqu'il n'existe entre la plupart de ces réactions aucune condition nécessaire de réversibilité, qui les fasse tendre vers une tension fixe, ou déterminable à l'avance, les deux phénomènes contraires n'en sont pas moins faciles à provoquer avec une même terre, suivant les conditions dans lesquelles se place l'expérimentateur.

» C'est ce qui est exposé, avec précision dans l'*Agronomie* de Boussingault, par un Mémoire de M. Brustlein (t. II, p. 152 à 168; 1861). D'après ses expériences, on comprend comment on peut, en exagérant ou en restreignant pour l'air les conditions de volume relatif, de dose d'ammoniaque, de renouvellement et de vitesse des courants gazeux; ou bien encore, pour une terre donnée, les conditions de surface, d'épaisseur, d'ameublissement, d'humidité, de décomposition chimique proprement dite, ou microbienne; on peut, dis-je, à volonté faire absorber à cette terre la presque totalité de l'ammoniaque contenue dans une atmosphère déterminée, ou bien lui faire perdre au contraire une partie de son azote sous la forme de cette même ammoniaque.

» Ces faits étant acquis, tous les résultats intermédiaires et même contraires sont réalisables par des expériences systématiquement dirigées, mais sans être applicables à autre chose qu'aux circonstances spéciales de l'ob-

(1) SCHLÖESING, *Contribution à l'étude de la Chimie agricole*, p. 39.

(2) Voir, entre autres, BERTHELOT et ANDRÉ, *Annales de Chimie et de Physique*, 6<sup>e</sup> série, t. XI, p. 375.

(3) Expériences de Way, Henneberg et Stohmann, Liebig, Boussingault, Brustlein, Schlöesing, etc.

servation ; circonstances susceptibles parfois d'être retrouvées çà et là et par accident, en divers moments et sur différents points du globe terrestre.

» C'est dans des conditions intermédiaires de cette espèce, disposées avec beaucoup de sagacité pour augmenter un certain ordre d'effets naturels dans un sens déterminé, que s'est placé M. Schlœsing, ainsi qu'il le reconnaît d'ailleurs, en appliquant à ses nombres un coefficient de réduction uniforme, uniformité qui ne se retrouve pas dans les phénomènes naturels.

» Disons en outre que ce coefficient est évalué d'après un principe difficile à accepter, celui de l'identification de l'action d'une surface liquide d'acide sulfurique étendu, à l'action d'une surface terreuse : or la surface liquide d'acide sulfurique absorbe le gaz ammoniac, mélangé à l'air en faible proportion, par une combinaison simple, immédiate, non réversible ; tandis qu'une surface terreuse est le siège de réactions compliquées et de signe contraire, susceptibles, je le répète, les unes d'émettre de l'ammoniaque dans l'atmosphère, les autres d'en absorber. Ces réactions opposées et de vitesse inégale peuvent s'exercer simultanément en différents points de la même terre, parce qu'elles sont pour la plupart indépendantes les unes des autres, et que les différentes portions d'une masse terreuse ne sont ni solidaires, ni placées toutes dans des conditions pareilles. Enfin certaines de ces actions, telles que l'absorption par l'eau, ou par des surfaces poreuses, sont réversibles ; tandis que d'autres, les réactions microbiennes notamment qui produisent les nitrates, ou qui président aux fermentations ammoniacales et autres causes biologiques d'émission incessante d'ammoniaque par la terre, sont lentes et non réversibles. On ne saurait dès lors conclure en aucune façon de l'action de l'acide sulfurique à celle de la terre.

» Il admet en outre cette autre hypothèse que les absorptions d'azote, constatées dans les conditions spéciales où il s'est placé, sont dues uniquement à l'action de l'ammoniaque atmosphérique ; mais sans en donner la seule preuve décisive, je veux dire la preuve directe, fondée sur la mesure exacte de la perte d'ammoniaque éprouvée par l'air dirigé à travers le canal où il a placé ses terres.

» Toutes ces hypothèses fussent-elles acceptées, on n'aboutirait qu'à reconnaître des fixations d'ammoniaque faibles après tout, et observées dans des conditions qui n'existent pas en général sur les sols naturels. Ces fixations, observables peut-être en quelques endroits, sont susceptibles d'être compensées par les exhalaisons développées en d'autres lieux ; sans que l'on soit autorisé à faire d'une manière universelle, et par un simple calcul

algébrique, l'application d'aucun de ces résultats particuliers, à l'exclusion des autres, à l'ensemble des sols naturels et de la végétation. Tout ce que l'on peut dire, c'est que la plupart des savants qui se sont occupés de ces difficiles problèmes s'accordent à regarder l'influence de l'ammoniaque atmosphérique dans la fixation de l'azote terrestre sur les plantes comme extrêmement minime, sinon même douteuse; cette ammoniaque atmosphérique paraissant tirer, au contraire, sa source principale de la décomposition des matières organiques azotées, dérivées de celles qui ont pris naissance tout d'abord dans les végétaux eux-mêmes. »

CHIMIE. — *Recherches sur quelques phénomènes qui se produisent pendant la condensation des gaz carburés sous l'influence de l'effluve; par M. P. SCHUTZENBERGER.*

« Mon attention a été accidentellement éveillée sur certaines anomalies observées dans la condensation des gaz carburés, tels que l'oxyde de carbone, l'acétylène, le cyanogène, l'éthylène, sous l'influence de l'effluve. J'ai cherché à me rendre compte de la cause de ces anomalies: c'est le résultat des expériences dirigées dans cette voie que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie des Sciences.

» Je ne parlerai ici que de l'oxyde de carbone, qui permet de mieux analyser les phénomènes. On sait, d'après les expériences de MM. Brodie et Berthelot, que l'oxyde de carbone sec se condense sous l'influence de l'effluve, en donnant de l'acide carbonique et un composé solide, brun, soluble dans l'eau et l'alcool, à réaction acide, que l'on envisage comme un sous-oxyde de carbone, répondant soit à la formule  $C^4O^3$  (Brodie), soit à la formule  $C^3O^4$  (Berthelot). La composition de ce corps, qui est, en effet, variable suivant les conditions de l'expérience (j'ai nettement observé qu'il se formait au moins deux corps distincts, dont l'un est brun et l'autre blanc), n'a été établie que par la comparaison entre le volume d'oxyde de carbone disparu et le volume d'acide carbonique formé. Mes propres déterminations, faites de cette manière, m'ont tantôt conduit à des nombres cadrant avec la formule de M. Brodie ( $C^4O^3$ ), tantôt à des nombres conduisant à celle de M. Berthelot, mais le plus souvent à des nombres intermédiaires.

» L'analyse élémentaire directe du composé brun, faite en employant les précautions nécessaires pour éviter l'intervention de l'humidité de l'air, après cessation de l'effluve, montre que le phénomène est plus complexe qu'on ne l'avait admis jusqu'à présent et qu'il ne s'agit pas uniquement

de l'oxydation d'une partie de l'oxyde de carbone aux dépens d'une autre partie.

» Le corps condensé renferme toujours de l'hydrogène en proportions très appréciables (1,5 à 2 pour 100), et cela quelles que soient les précautions employées pour dessécher le gaz oxyde de carbone employé et le tube à effluve où s'opère la condensation.

» Les expériences ont été faites avec le tube à effluve simple, système de Wilde et Berthelot, plongeant par son extrémité ouverte dans une cuve à mercure et muni d'armatures à eau acidulée.

» Ce résultat m'a conduit à l'hypothèse de la possibilité du passage de l'eau à travers le verre, sous l'influence du flux électrique à forte tension fourni par la bobine de Ruhmkorff.

» Pour établir la pénétrabilité du verre dans ces conditions, j'ai disposé un appareil permettant d'analyser la réaction aussi complètement que possible.

» Le tube à effluve est terminé à sa partie ouverte inférieure par un tube plus étroit que l'on relie à la boule fixe d'une espèce de pompe à mercure; entre deux se trouvent : 1<sup>o</sup> un tube pesé d'avance, rempli de ponce phosphorique; 2<sup>o</sup> un tube également pesé, contenant de la ponce potassique presque sèche, placée entre deux colonnes desséchantes de ponce phosphorique. Un robinet à trois voies met le système en communication avec une pompe à mercure d'Alvergnyat, disposée de façon à permettre à volonté, soit l'évacuation des gaz contenus dans le système, soit l'introduction du gaz sec sur lequel on veut opérer.

» Les diverses parties de l'appareil sont reliées entre elles par des tubes semi-capillaires en cuivre rouge, munis de douilles plus larges, en métal, dans lesquelles les extrémités des divers tubes sont fixées au mastic Golaz.

» Le tube à effluve, bien séché, est pesé au milligramme et, après adaptation du manchon externe destiné à maintenir l'eau acidulée de l'armature externe, il est fixé au tube à ponce phosphorique qui se relie au tube à ponce potassique; vient ensuite le robinet à trois voies qui se soude par sa seconde branche à la boule fixe de la première pompe à mercure et, d'autre part, à la pompe à mercure ordinaire n<sup>o</sup> 2. Toutes les pièces ont été séchées d'avance avec beaucoup de soin.

» Après avoir évacué complètement l'air et constaté que l'appareil tient le vide d'une façon absolue pendant vingt-quatre heures, on introduit de l'oxyde de carbone sec qu'on élimine deux ou trois fois. Finalement, on remplit avec de l'oxyde de carbone sec dont le volume est donné par la

capacité de la boule fixe jusqu'à un trait et par la mesure de l'air évacué par la pompe, correspondant au tube à effluve et aux tubes réactifs.

» On fait passer l'effluve jusqu'à disparition du gaz contenu dans la boule fixe, entre deux traits de jauge tracés sur les tubes semi-capillaires disposés au-dessus et au-dessous d'elle. Ce volume, dans mes expériences, correspondait à 235<sup>cc</sup>.

» Pour arriver à ce résultat, il est nécessaire de renouveler, au moins d'heure en d'heure, le gaz contenu dans le tube à effluve, en élevant et abaissant plusieurs fois de suite la boule mobile de la pompe qui fait partie du système. En effet, lorsqu'il s'est accumulé dans le gaz oxyde de carbone une proportion d'acide carbonique d'à peu près 10 pour 100 en volumes, la condensation s'arrête absolument, et le seul effet observé est un déplacement du dépôt brun d'abord uniformément répandu sur les surfaces actives,

» Ce dépôt se réunit peu à peu à la partie supérieure du tube, tandis que les parties inférieures se nettoient complètement, sauf un anneau formé par une substance blanche.

» Le phénomène est donc limité, à moins qu'on ne fasse disparaître les produits gazeux de la réaction.

» Grâce à la manœuvre de la pompe, la vapeur d'eau est absorbée par le tube à ponce phosphorique, l'acide carbonique par le tube à ponce potassique, et la condensation peut être poussée jusqu'au bout, c'est-à-dire jusqu'à la disparition totale de l'oxyde de carbone introduit. Je m'arrêtais généralement lorsqu'il ne restait plus que le gaz nécessaire pour remplir le tube à effluve et les tubes réactifs.

» Le volume de celui-ci, évacué par la pompe n° 2, était déduit du volume total employé.

» Le temps nécessaire pour condenser environ 250<sup>cc</sup> varie beaucoup, du simple au double, lorsqu'on change le tube à effluve, les autres conditions restant les mêmes.

» En opérant, au contraire, avec le même tube, les durées de deux expériences sont sensiblement égales.

» D'autre part, avec des tubes à effluve distincts et des durées très différentes, les résultats numériques obtenus restent à peu près constants.

» Voici ces résultats :

» Les diverses pièces de l'appareil sont séparées avec soin, après évacuation du gaz resté et substitution d'air sec.

» On pèse le tube à effluve avec le produit condensé qui y adhère; on pèse le tube à ponce phosphorique et le tube à ponce potassique.

» Le tube à effluve, coupé au-dessus et au-dessous de la partie couverte de matière brune, est immédiatement pesé, à l'abri de l'humidité, et introduit enveloppé d'une feuille de platine dans l'extrémité postérieure d'un gros tube à combustion, contenant de l'oxyde de cuivre, et préalablement bien séché à chaud par un courant d'oxygène séché sur l'anhydride phosphorique. On a ainsi la composition élémentaire du produit.

» Je donne, en résumé, les nombres trouvés dans une expérience concordant avec beaucoup d'autres :

|  |                        |
|--|------------------------|
| Volume de CO condensé et disparu, à 0° et 760 <sup>mm</sup> .....  | 333 <sup>cc</sup>      |
| Poids calculé » » .....  | 0 <sup>gr</sup> , 2922 |
| Augmentation du poids du tube à effluve.....   | 0 <sup>gr</sup> , 208  |
| » à ponce phosphorique (eau).....  | 0 <sup>gr</sup> , 027  |
| » à ponce potassique (CO <sup>2</sup> )... ..  | 0 <sup>gr</sup> , 103  |
| Somme des trois poids.....   | 0 <sup>gr</sup> , 338  |
| Différence entre la somme des poids trouvés (produit solide, eau, acide carbonique) et le poids de l'oxyde de carbone utilisé..... | 0 <sup>gr</sup> , 046  |

» Le gaz résidu non utilisé est entièrement absorbable par le chlorure cuivreux en solution chlorhydrique, c'est de l'oxyde de carbone pur; il ne s'est donc pas introduit d'air pendant les deux à trois jours exigés pour la condensation.

» Le produit brun a donné, pour 0<sup>gr</sup>, 208 de matière,

|                   |                       |        |
|-------------------|-----------------------|--------|
|                   | CO <sup>2</sup> ..... | 0,3480 |
|                   | Eau.....              | 0,0114 |
| soit              | Carbone.....          | 0,0949 |
|                   | Hydrogène.....        | 0,0013 |
|                   | Oxygène.....          | 0,1118 |
| et, en centièmes, | Carbone.....          | 45,6   |
|                   | Hydrogène.....        | 0,6    |
|                   | Oxygène.....          | 53,8   |

nombres qui sont intermédiaires entre ceux qu'exigeraient les deux formules C<sup>12</sup>H<sup>2</sup>O<sup>10</sup> et C<sup>12</sup>H<sup>2</sup>O<sup>11</sup>.

» L'excès de poids trouvé, et qui ne peut être attribué qu'à de la matière introduite du dehors par le flux électrique, se compose de :

|                |                       |
|----------------|-----------------------|
| Hydrogène..... | 0 <sup>gr</sup> , 004 |
| Oxygène.....   | 0 <sup>gr</sup> , 042 |

» Il y a donc à la fois introduction d'eau et d'oxygène.

» Il est à remarquer que l'oxygène de l'acide carbonique formé, en excès par rapport à CO, est égal à celui qui correspond à l'hydrogène trouvé, à 5<sup>m</sup><sup>me</sup> près.

» Si l'on ajoute l'eau trouvée, 0,027, à la matière brune solide, on arrive à une formule de la forme (CO)<sup>n</sup>H<sup>m</sup> :

|                | Pour 100. |
|----------------|-----------|
| Carbone .....  | 40,3      |
| Hydrogène..... | 1,8       |
| Oxygène.....   | 57,9      |

avec un léger excès d'oxygène.

» En remplaçant l'eau acidulée par du mercure sec, la condensation se fait avec une extrême lenteur et exige quarante-huit heures au moins pour 230<sup>o</sup>.

» On a trouvé dans ce cas :

|  |                      |
|--|----------------------|
| Gaz disparu, 244 <sup>o</sup> pesant ..... | 0,3059 <sup>gr</sup> |
| Produit solide condensé .....              | 0,212                |
| Eau .....                                  | 0,009                |
| Acide carbonique .....                     | 0,097                |
| Somme .....                                | 0,318                |
| Excès.....                                 | 0,012                |

» Le produit renferme :

|                |      |
|----------------|------|
| Carbone .....  | 46,4 |
| Hydrogène..... | 0,9  |
| Oxygène.....   | 52,7 |

et répond à la formule C<sup>6</sup>H<sup>2</sup>O<sup>5</sup>.

» Enfin avec des armatures métalliques enveloppées par un manchon tenant le vide et rempli d'air sec, on n'a pas pu constater, après deux jours d'effluve, une absorption de plus de 28<sup>o</sup>. La présence de petites quantités d'eau paraît indispensable pour la formation du produit brun acide.

» Il résulte de ces faits et de beaucoup d'autres analogues que je développerai dans un Mémoire plus étendu, que l'électricité apporte du dehors, à travers le verre, des corps matériels tels que l'eau et l'oxygène.

» Dans les expériences précédentes, le poids total du carbone trouvé sous forme de produit condensé et d'acide carbonique est de 8<sup>m</sup><sup>me</sup> à 10<sup>m</sup><sup>me</sup> plus faible que le poids du carbone de l'oxyde disparu. On peut en conclure que le flux électrique entraîne aussi de la matière de dedans en dehors.



» Le poids du tube à effluve n'est nullement modifié après l'expérience.

» Les produits solides obtenus par la condensation de l'acétylène et du cyanogène, sous l'influence de l'effluve, sont toujours souillés, et dans des proportions analogues, par de l'oxygène et de l'hydrogène venus du dehors, à moins qu'on ne fasse usage d'armatures métalliques, en enveloppant le tube à effluve d'un manchon en verre, tenant le vide et contenant le gaz même sur lequel on opère. »

M. BOUSSINESQ offre à l'Académie un exemplaire d'une dernière œuvre posthume de M. de Saint-Venant, qui vient de paraître dans le LIX<sup>e</sup> Cahier du *Journal de l'École Polytechnique*, par les soins et avec un texte explicatif de M. Flamant; elle a pour titre : *Courbes représentatives du choc longitudinal et du choc transversal d'une barre prismatique*. M. Boussinesq ajoute :

« Cette œuvre consiste en planches et en calculs sur le choc longitudinal d'une barre élastique droite, fixée par une de ses extrémités, heurtée à l'autre par un corps massif que l'on suppose ne plus s'en séparer, et sur le choc transversal d'une pareille barre, appuyée aux deux bouts, mais heurtée en son milieu par une masse étrangère qui lui reste de même unie. Ces deux questions capitales de *Résistance vive* y sont traitées par la méthode de Fourier, c'est-à-dire par des développements en séries de solutions simples procédant suivant les racines, incommensurables entre elles, de certaines équations transcendantes. De telles séries n'ont été que bien rarement, à ma connaissance, l'objet des laborieux calculs numériques nécessaires pour arriver par leur moyen à une détermination précise des diverses circonstances d'un phénomène. Aussi, malgré l'emploi de procédés graphiques qui abrégèrent considérablement sa tâche, M. de Saint-Venant, pour la mener à bonne fin, n'a-t-il pas dû avoir trop de toute la persévérance au travail, si exceptionnelle, dont il était doué.

» Des intégrations sous forme finie, effectuées depuis pour la question du choc longitudinal, mais non, malheureusement, pour celle du choc transversal, ont permis de contrôler une partie des résultats obtenus. Elles en ont confirmé la suffisante exactitude, pour ce qui concerne les déplacements successifs des divers points de la barre heurtée, dont le calcul ne suppose pas la différentiation des séries. Quant aux déformations éprouvées, dont l'évaluation directe par les séries entraînerait, au con-

traire, la différentiation de celles-ci et une énorme diminution de leur convergence, les intégrations finies n'ont guère que complété, tout en les rectifiant parfois, les indications fournies par les courbes de M. de Saint-Venant. »

### NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Physique, en remplacement de M. Joule.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 45,

|  |                |
|--|----------------|
| M. Louis Soret obtient. . . . .              | 41 suffrages   |
| M. Rowland            »            . . . . . | 1            » |

Il y a trois bulletins blancs.

M. LOUIS SORÉT, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les Concours de l'année 1890.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

*Prix Montyon (Mécanique)*. -- MM. Boussinesq, Maurice Lévy, Sarrau, Marcel Deprez, Resal réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Haton de la Goupillière et Bertrand.

*Prix Plumey*. — MM. de Bussy, Maurice Lévy, Sarrau, Paris, Bouquet de la Grye réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Marcel Deprez et Jurien de la Gravière.

*Prix Lalande*. — MM. Faye, Tisserand, Lœwy, Janssen, Wolf réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Mouchez et d'Abbadie.

*Prix Damoiseau (Perfectionner la théorie des inégalités à longues périodes, causées par les planètes dans le mouvement de la Lune)*. — MM. Tisserand, Lœwy, Faye, Wolf, Janssen réunissent la majorité des suffrages. Les mem-

bres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Mouchez et Poincaré.

*Prix Valz.* — MM. Lœwy, Tisserand, Faye, Janssen, Wolf réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Mouchez et Poincaré.

*Prix Janssen.* — MM. Faye, Janssen, Wolf, Tisserand, Lœwy réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Cornu et Fizeau.

### MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **LE TURCQ DES ROSIERS** adresse un Mémoire sur un nouveau procédé de torréfaction des cafés.

(Commissaires : MM. Fremy, Duchartre, Marey.)

M. **VALLÉE** adresse un Mémoire relatif à un projet de navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

### CORRESPONDANCE.

Le **CONSEIL GÉNÉRAL DES FACULTÉS DE MONTPELLIER** invite l'Académie à se faire représenter aux fêtes qui auront lieu à Montpellier, vers la fin de mai, pour célébrer le VI<sup>e</sup> centenaire de cette Université.

Lord **RAYLEIGH**, nommé Correspondant pour la Section de Physique, adresse ses remerciements à l'Académie.

M. le **SECRETARE PERPÉTUEL** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, la réimpression, faite par l'Imprimerie nationale, des « Recherches chimiques sur les corps gras d'origine animale; par *E. Chevreul* ».

OPTIQUE. — *Méthode pour déterminer le pôle d'un ellipsoïde à trois axes inégaux, par l'observation de ses images catoptriques.* Note de M. D.-E. SELZER, de Winterthur, présentée par M. Lippmann.

« En regardant l'image d'une ligne droite sur une surface de deuxième degré à l'aide d'un prisme biréfringent dont le plan de dédoublement est parallèle à la droite objet, on remarque que, dans la plupart des positions de la droite objet, les deux images produites par le prisme présentent une différence de hauteur. Ce phénomène, bien connu de tous ceux qui mesurent l'astigmatisme à l'aide d'un ophtalmomètre, a été nommé *dénivellation* par M. Javal. Il se produit quand l'image dédoublée forme un angle avec le plan de dédoublement du prisme.

» Sur un ellipsoïde à trois axes, la dénivellation fait défaut dans les plans principaux et devient négligeable dans tous les plans de symétrie ; elle apparaît dans tous les autres azimuts, excepté les cas où le centre de l'image coïncide avec un point ombilical de l'ellipsoïde.

» Pour la détermination du pôle d'un ellipsoïde à trois axes, nous observons sur cette surface l'image d'un carré couvert de lignes droites parallèles. Ce carré est traversé en son centre et perpendiculairement à son plan par une lunette astronomique qui contient un prisme biréfringent de Wollaston et un réticule. Le plan de dédoublement du prisme est parallèle aux lignes droites tracées sur le carré.

» Comme miroir nous avons fait usage d'un ellipsoïde à trois axes en cuivre, fabriqué dans les usines de la maison Christofle ; ses demi-axes sont de 12<sup>mm</sup>, 8<sup>mm</sup>, 7<sup>mm</sup>. Le pôle à déterminer est le pôle du grand axe. Ces dispositions ont été choisies comme étant en rapport avec la forme de la cornée d'un œil humain présentant un astigmatisme assez marqué, sur lequel nous avons l'intention de faire l'application pratique de notre méthode.

» Ayant dirigé la lunette vers un point quelconque de la surface, le côté le plus petit de l'image rhomboïde du carré nous indique de quel côté se trouve le pôle. En tournant l'ellipsoïde de manière à faire avancer l'image dans cette direction, il est facile de faire coïncider le centre de l'image avec un méridien principal : car, dans cette position, à une certaine inclinaison du carré par rapport à ce méridien (à quand le plan de dédoublement coïncide ou forme un angle de 90° avec le méridien), la dénivellation

lation disparaît, et en même temps l'image devient symétrique par rapport au méridien principal, ce qui est reconnu à l'aide du réticule. Pour déterminer la direction de ce méridien principal, il suffit de déterminer la position du carré objet, dans laquelle la dénivellation fait défaut, les images se touchant avec les côtés parallèles. Dans cette position, le côté le plus petit de l'image nous indique le pôle. En faisant avancer l'image dans ce sens par une rotation de la surface, le centre de l'image restant dans le méridien principal trouvé, ce centre, et avec lui l'axe de la lunette, arrivera au pôle. Dans ce point, l'image du carré devient un rectangle symétrique par rapport à l'axe de la lunette, ce qui est reconnu facilement à l'aide du réticule. La dénivellation est zéro quand le plan de dédoublement coïncide avec un méridien principal, pendant que dans tous les azimuts intermédiaires les images dédoublées du carré présentent le phénomène de la dénivellation.

» Cette particularité distingue le pôle cherché de l'ellipsoïde à trois axes des deux points ombilicaux dans lesquels, les rayons de courbure étant égaux dans tous les azimuts, l'image est un carré, la dénivellation étant négligeable dans tous les azimuts. »

**ÉLECTRICITÉ.** — *Sur un nouveau système d'accumulateurs électriques et sur quelques appareils fonctionnant avec ces accumulateurs.* Note de M. CHARLES POLLAK, présentée par M. G. Lippmann.

« Dans mes recherches sur les accumulateurs genre Planté, je me suis préoccupé de leur donner une grande capacité dans un espace de temps aussi court que possible. A cet effet, je recouvre les plaques avec du plomb spongieux obtenu par la méthode électrolytique. Pour assurer l'adhérence parfaite entre le plomb spongieux et la surface de la plaque, celle-ci a été travaillée de telle façon qu'elle présente l'aspect d'une brosse à poils ras, ce qu'on obtient au moyen d'un laminoir spécial. Les pointes sont de 2<sup>mm</sup> de hauteur et de 1<sup>mm</sup> de base; les interstices entre les pointes sont de 1<sup>mm</sup>.

» La plaque, après avoir été lavée pour être débarrassée de matières grasses, est enduite d'une pâte composée de sulfate de plomb délayé dans de l'eau salée, et plongée dans de l'eau salée entre deux lames de zinc.

» Les plaques réduites présentent un aspect uniformément gris; l'adhérence est parfaite entre le plomb spongieux, la surface des plaques et des pointes.

» Après les avoir soudées convenablement, on procède à la formation d'accumulateurs, ce qu'on obtient en faisant passer le courant dans le même sens pendant cinquante heures. Les faces négatives ont un aspect grisâtre, les positives sont d'un brun foncé. Après la formation, l'adhérence de la matière active (plomb spongieux et bioxyde de plomb) est si grande qu'on ne peut pas distinguer l'endroit où commence la couche superposée.

» Un accumulateur composé de neuf plaques, dont quatre positives et cinq négatives, d'un poids total, avec les tiges de connexion, de 11<sup>kg</sup>, 206, après quarante-cinq heures de formation par un courant d'une intensité de 16 ampères, a donné pendant la décharge :

| Heures.    | Ampères. | Volts. |
|------------|----------|--------|
| Midi ..... | 18       | 2,12   |
| 1.....     | »        | 2,08   |
| 2.....     | »        | 2      |
| 3.....     | »        | 2      |
| 4.....     | »        | 2      |
| 5.....     | »        | 1,9    |
| 5,18.....  | »        | 1,8    |

Total de 95,4 ampères-heure utiles.

» On a réglé les résistances à travers lesquelles se faisait la décharge, de façon à avoir toujours la décharge de même intensité.

» Le même accumulateur, rechargé avec un courant de 16 ampères pendant sept heures, a donné pendant la décharge :

| Heures.    | Ampères. | Volts. |
|------------|----------|--------|
| Midi ..... | 17       | 2,2    |
| 1.....     | 17       | 2      |
| 2.....     | 17       | 2      |
| 3.....     | 17       | 2      |
| 4.....     | 17       | 2      |
| 5.....     | 17       | 1,95   |
| 5,30.....  | 16,5     | 1,92   |
| 5,45.....  | 16,4     | 1,87   |
| 6,4.....   | 16       | 1,8    |

Total de 102,35 ampères-heure utiles.

» Le rendement a donc été de 91<sup>amp</sup>, 384 pour 100;

» La capacité est de 9,133 ampères-heure utiles par 1<sup>kg</sup> de plomb.

» De plus, on voit par les deux Tables citées que la tension de l'accumu-

lateur a très peu varié pendant la décharge, pour tomber brusquement vers la fin.

» J'ai cherché à obtenir, sous un petit volume et un poids faible, un courant de haute tension, pouvant servir, en particulier, au besoin d'un éclairage portatif. J'ai construit, à cet effet, une petite batterie d'accumulateurs que j'ai appelée *accumulateur multiple*. Elle se compose de plaques, dont chacune est positive d'un côté et négative du côté opposé; les plaques sont entourées de caoutchouc et séparées par des cadres en ébonite. L'ensemble est parfaitement étanche (1). »

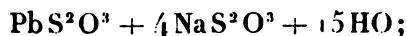
CHIMIE. — *Sur les hyposulfites doubles de plomb et de soude.*

Note de M. J. FOGH.

« L'hyposulfite de soude dissout l'hyposulfite de plomb, en donnant naissance à des hyposulfites doubles de plomb et de soude. Pour examiner les réactions thermiques qui accompagnent la formation de ces sels doubles, il est nécessaire de connaître leur chaleur de dissolution.

» Le procédé qui sert à les préparer consiste à ajouter, à une liqueur d'hyposulfite de soude, de l'acétate de plomb dissous, jusqu'à ce que le précipité devienne permanent, et à traiter la liqueur ainsi obtenue par l'alcool. Si l'on a opéré en solution concentrée, l'alcool détermine la séparation de la liqueur en deux couches, dont la plus dense, traitée de nouveau par l'alcool absolu, se transforme en un corps solide d'apparence amorphe.

» La composition chimique de ce produit n'est pas constante; elle varie pour chaque opération, selon les conditions dans lesquelles on s'est placé. Ainsi l'on a obtenu, d'une part, un corps dont la composition répond à la formule



d'autre part, un corps contenant presque trois fois autant de plomb et auquel aucune formule simple n'est applicable; la plus rapprochée serait



» En présence de ces faits, il semble plus exact d'envisager les deux corps comme de simples mélanges. Leur formation s'explique alors par le

---

(1) Travail fait au laboratoire des Recherches physiques à la Faculté des Sciences.

fait déjà observé qu'une solution concentrée d'hyposulfite de soude, traitée par l'alcool absolu, sépare une liqueur très dense de laquelle on peut obtenir des cristaux d'un sel moins hydraté que l'hyposulfite de soude ordinaire.

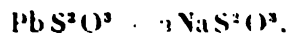
• Ce n'est pas tout. La chaleur de dissolution de l'hyposulfite de soude dans l'eau et celle de l'hyposulfite de plomb dans l'hyposulfite de soude en excès étant connues, on peut calculer la quantité de chaleur que doit absorber la dissolution de chacun des deux corps, s'ils ne sont que de simples mélanges. Ce calcul donne, pour 1 équivalent du premier corps,  $16^{\text{Cal}}, 3$ ; pour 100<sup>e</sup> du second,  $1^{\text{Cal}}, 07$ . En opérant la dissolution, on a trouvé, pour le premier,  $-15^{\text{Cal}}, 6$ , et pour le second,  $-0^{\text{Cal}}, 98$ . Ces chiffres sont voisins des chiffres calculés et permettent en effet d'envisager les deux corps comme de simples mélanges d'hyposulfite de plomb et d'hyposulfite de soude hydraté. Il est probable que cette considération s'applique à tous les corps analogues préparés en solution concentrée et précipités d'abord à l'état liquide, tels que le sel obtenu par Vortmann et Padberg, dont la formule serait



et celui qui a été préparé par P. Jochum, caractérisé par la formule



• Si, au contraire, on opère la préparation en solution étendue, on obtient, en traitant par l'alcool étendu, un précipité blanc, gélatineux, qui se change peu à peu en paillettes cristallines. Cette transformation s'accomplit dans la liqueur mère; elle est complète au bout de deux ou trois heures, et l'on peut en suivre la marche à l'œil nu. Séché dans le vide, le sel ainsi obtenu est anhydre. Sa composition répond à la formule



• Ce sel a été découvert et étudié par A. Leuz. Il est peu soluble dans l'eau pure, bien plus dans l'acétate de soude, et il se dissout très facilement dans un excès d'hyposulfite de soude étendu. Cette dissolution absorbe vers 10<sup>e</sup> :  $-4^{\text{Cal}}, 1$ . Si le corps était un simple mélange comme les corps mentionnés plus haut, cette dissolution serait accompagnée, non d'une absorption, mais d'un dégagement de chaleur, et ce dégagement de chaleur s'élèverait à  $-1^{\text{Cal}}, 2$ , comme l'indique le calcul.



» On voit par là que le sel de A. Lenz n'est point un simple mélange, mais un véritable hyposulfite double et peut-être même le seul qui existe.

» Comme il est anhydre, on voit aussi que sa chaleur de formation sera précisément égale à la différence entre la chaleur totale de dissolution des sels composants et la chaleur de dissolution du sel double cristallisé. Cette chaleur de formation est donc égale à  $+ 5^{\text{Cal}}, 3$ , chiffre considérable, qui explique la grande facilité avec laquelle l'hyposulfite de soude dissout l'hyposulfite de plomb (1). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'acide sulfurique sur l'aluminium.*

Note de M. A. DITTE, présentée par M. Troost.

« On sait que l'acide sulfurique étendu et froid paraît sans action sur l'aluminium, et cependant, la formation de l'alumine hydratée dégageant 195,8 calories, ce métal doit à la température ordinaire décomposer l'eau et, à plus forte raison, les acides étendus. Cette Note a pour objet de démontrer qu'il en est bien ainsi, et que, si une lame d'aluminium plongée dans l'acide sulfurique étendu semble inattaquée, le fait tient seulement à ce qu'elle se recouvre, dès les premiers instants, d'une couche continue d'hydrogène qui supprime tout contact avec le liquide, ou le rend tout au moins très difficile.

» Une lame d'aluminium placée dans une liqueur renfermant 2,5 d'acide sulfurique anhydre pour 100 d'eau paraît d'abord absolument inattaquée; mais, au bout de quelques jours, sa surface se modifie, son poli disparaît peu à peu pour être remplacé par un grain mat et fin, et en même temps quelques fines bulles de gaz se détachent des arêtes vives; à mesure que la surface devient plus rugueuse, des bulles se dégagent de tous ses points et le métal se dissout peu à peu; une feuille d'aluminium battu disparaît en quelques heures. Si l'on opère dans le vide, l'air condensé contre la lame se dégage tout d'abord, et, quand la tension est réduite à quelques millimètres, de fines bulles d'hydrogène s'échappent de tous les points de la surface; la lame perd son poli et son éclat, devient mate et blanche; l'hydrogène y adhère d'autant moins que les inégalités de la surface sont plus nombreuses, et le dégagement de gaz continue à s'effectuer lentement, lors même qu'on a rétabli la pression atmosphérique au-dessus du liquide. L'aluminium se comporte donc, au contact de l'acide sul-

---

(1) Laboratoire de M. Berthelot.

furique étendu, comme le fait le zinc amalgamé: il est attaqué, mais il se recouvre immédiatement d'un enduit imperméable d'hydrogène, d'autant plus adhérent que le poli de la surface est plus parfait. Avec l'aluminium comme avec le zinc, tout ce qui concourt à rompre la continuité de la couche gazeuse rend l'attaque du métal plus facile.

» C'est ainsi qu'agissent certains chlorures métalliques que l'aluminium réduit avec facilité, la chaleur de formation du chlorure d'aluminium dessous l'emportant sur celle de ces chlorures. Si, par exemple, on ajoute à la liqueur sulfurique dans laquelle plonge l'aluminium une trace de chlorure de platine, on voit, au bout d'un instant, de l'hydrogène se dégager avec énergie; le platine réduit hérissé la surface de l'aluminium de petites aspérités qui ne permettent pas à l'hydrogène de former une couche continue sur cette surface, le contact avec le liquide est possible et la dissolution se fait; des traces de chlorures d'or, de cuivre, de mercure, etc., produisent le même effet et donnent lieu à une attaque de l'aluminium plus ou moins énergique. Au contraire, les chlorures de fer, de zinc, etc., qui, réduits par l'aluminium, donnent un métal facilement soluble dans l'acide sulfurique étendu, demeurent sans effet appréciable.

» Quand la dissolution de l'aluminium dans l'acide sulfurique dilué s'effectue rapidement à la faveur d'une trace de chlorure, il est à noter que la réaction présente deux phases; l'hydrogène se dégage d'abord avec abondance et il se forme du sulfate neutre d'alumine, mais les choses ne s'arrêtent pas là; le dégagement d'hydrogène se ralentit considérablement, mais il continue, et, au bout de quelques jours, apparaît un dépôt blanc de sous-sulfate  $4Al^2O^3, 2SO^2$  qui augmente peu à peu jusqu'à ce que la réaction prenne fin. Or la production de ce sulfate basique par l'action de l'aluminium sur le sulfate neutre met en liberté de l'hydrogène, aussi l'aluminium doit-il se comporter à peu près de la même manière dans une dissolution d'acide sulfurique, ou dans une de sulfate d'alumine; c'est en effet ce qui a lieu; le métal ne paraît pas altéré à froid par une dissolution de sulfate neutre; mais, si l'on opère dans le vide, une fois que l'air adhérent à la lame métallique a été éliminé, on voit apparaître l'hydrogène sous la forme de bulles très fines dont le dégagement, d'abord très lent, augmente à mesure que l'aluminium se dépolit et devient plus rugueux. En opérant à l'air libre, mais en ajoutant à la liqueur une trace d'un des chlorures actifs avec l'acide sulfurique, les bulles d'hydrogène se dégagent peu à peu, et la dissolution du métal s'effectue à mesure que la liqueur se charge d'une quantité correspondante de sous-sulfate d'alumine.

» Cette action de l'aluminium sur son sulfate permet de comprendre ce qui se passe quand on fait agir le même métal sur certains sulfates métalliques, celui de cuivre par exemple; la précipitation du cuivre par l'aluminium, quoique fortement exothermique, paraît ne pas avoir lieu, même quand on ajoute de l'acide sulfurique à la solution de sulfate; mais elle se réalise immédiatement si l'on ajoute une trace d'un des chlorures précédemment indiqués. Dans la liqueur acide, le cuivre qui se dépose présente l'aspect d'une poudre rouge et terne; avec le sulfate non acidulé, les bulles d'hydrogène qui se forment contre la lame se revêtent souvent d'une couche métallique de cuivre qu'elles entraînent à la surface du liquide, et l'aluminium se recouvre partiellement d'une couche métallique de cuivre réduit. Il est facile de comprendre ce qui se produit: si l'on plonge un barreau d'aluminium dans une solution acidulée de sulfate de cuivre, celle-ci se comporte d'abord comme de l'eau acidulée pure, et donne de l'hydrogène, et celui-ci, dès le premier instant, recouvre le barreau d'une couche gazeuse qui rend extrêmement difficile le contact entre le liquide et lui; cependant l'action n'est pas nulle: au bout de quelques jours, l'aluminium présente en quelques points, là surtout où sa surface offre quelque aspérité et en particulier sur les arêtes vives, des mamelons brillants et cristallisés de cuivre qui augmentent peu à peu, et la liqueur bleue finit par devenir incolore. La réaction est accélérée énormément par une trace d'un chlorure donnant par voie de réduction un dépôt métallique, qui, détruisant l'homogénéité de la surface, diminue aussi dans une proportion très considérable l'adhérence de la couche d'hydrogène.

» Avec une solution de sulfate de cuivre pur, l'action est un peu différente, car la seule substitution de l'aluminium au cuivre s'effectue sans dégagement de gaz; mais, dès que cette réaction a commencé, la liqueur renferme du sulfate d'alumine qui attaque l'aluminium, comme nous l'avons dit, en donnant un sulfate basique et de l'hydrogène. Ce gaz revêt immédiatement la lame métallique d'une couche protectrice; aussi, tandis que la réduction du sulfate de cuivre pur est facile lorsqu'on ajoute à la solution une trace de chlorure de platine, par exemple, le même sulfate, sans le chlorure, paraît d'abord sans action sur la lame d'aluminium: ce n'est qu'au bout de quelque temps qu'apparaissent, sur les arêtes vives de cette lame et là où sa surface présente quelques inégalités, des cristaux de cuivre qui vont en s'accroissant peu à peu, qui s'étendent au point de recouvrir certaines régions de la lame d'aluminium d'un enduit continu et brillant de

cuivre, et cela jusqu'à ce que la décomposition du sulfate de cuivre soit totale.

» L'action de l'aluminium sur l'acide sulfurique étendu et sur les sulfates métalliques est donc bien conforme à ce qu'indique la chaleur de formation de l'alumine, et l'extrême lenteur de cette action dans les conditions ordinaires est due à une action purement mécanique de l'hydrogène qui, en recouvrant le métal, rend très difficile son contact avec le liquide environnant.

CHIMIE. — *Sur une nouvelle forme cristalline du chlorure d'ammonium.*

Note de MM. G. GEISENHEIMER et F. LETEUR, présentée par M. Troost.

« Dans la préparation de l'iridium pur par la méthode de MM. Deville et Debray, on lave avec une solution concentrée de chlorure d'ammonium le mélange des chlorures doubles d'ammonium et des métaux de la famille du platine. Ces eaux de lavage, abandonnées à elles-mêmes, laissent déposer peu à peu de volumineux cristaux, dont la couleur varie du brun rouge au rose clair; on peut même les avoir tout à fait blancs par une seconde cristallisation. Ces cristaux, qui atteignent jusqu'à 5<sup>cm</sup> de longueur, sont d'une netteté parfaite et semblent, à première vue, être des rhomboédres très aigus. Nous devons à M. Jannettaz, maître de conférences à la Sorbonne et au Muséum, l'étude cristallographique de ces composés; nous sommes heureux de l'occasion qui nous est offerte de le remercier de son obligeance et de ses savants conseils.

» Quelque mince que soit une plaque taillée perpendiculairement à l'axe du cristal, il est impossible d'observer aucun phénomène en lumière convergente. En lumière parallèle, la plaque est divisée en six secteurs, trois sont noirs ou gris et trois d'un bleu plus ou moins intense; lorsqu'on fait tourner la plaque, les secteurs noirs deviennent progressivement bleus, et réciproquement, le plus clair étant diamétralement opposé au plus foncé. Ces cristaux seraient donc des macles.

» D'autre part, nous avons fait les mesures suivantes au goniomètre d'application; les faces du cristal, étant très courbes et cannelées, rendent impossible l'emploi du goniomètre par réflexion. Nous donnons deux angles: l'un est formé par les tangentes aux centres de deux faces, il est égal à 65° 15'; l'autre, par les tangentes aux faces selon une arête, il est égal à 82° 30'.

( 577 )

» L'analyse chimique de ces composés nous a montré que nous avons affaire à du chlorure d'ammonium souillé de 1,5 pour 100 environ de sous-chlorure de ruthénium. La teneur en métal précieux est indépendante de la couleur du cristal ; néanmoins, nous ne croyons pas être en présence d'un chlorure double défini ; le poids atomique considérable du sous-chlorure de ruthénium, par rapport à celui du chlorure d'ammonium, nécessiterait pour ce dernier un coefficient par trop élevé (= 110).

1° Analyse des cristaux brun rouge.

|                        | I.     | II.    | III.   | IV.    | V.     | VI.    | Moyenne n° 1<br>pour 100. |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------------------|
| AzH <sup>4</sup> ..... | 33,245 | 33,228 | »      | »      | 33,051 | 33,180 | 33,176                    |
| Cl.....                | »      | 65,745 | 65,153 | 65,773 | »      | 65,500 | 65,542                    |
| Ru.....                | 1,031  | 0,778  | 1,002  | 1,064  | 0,819  | 0,876  | 0,928                     |
| Total..                |        | 99,751 |        |        |        | 99,556 | 99,646                    |

2° Analyse des cristaux rose clair.

|                        | I.     | II.    | III.    | IV.    | Moyenne n° 2. | Moyenne<br>générale (1 et 2). |
|------------------------|--------|--------|---------|--------|---------------|-------------------------------|
| AzH <sup>4</sup> ..... | »      | 33,209 | 33,379  | 33,161 | 33,249        | 33,212                        |
| Cl.....                | 66,725 | »      | 66,185  | »      | 66,455        | 65,998                        |
| Ru.....                | 0,618  | 0,674  | 0,638   | »      | 0,643         | 0,705                         |
| Total..                |        |        | 100,202 |        | 100,347       | 99,995                        |

» La quantité de chlore en excès par rapport à l'ammonium nous montre que le ruthénium est à l'état de sous-chlorure ; ce qui est, du reste, confirmé par la réaction suivante : la solution chaude du sel devient, par l'addition de chlorate de potassium et d'acide chlorhydrique, rouge grenat foncé : le sesquichlorure se transforme en bichlorure double. Ce sel se dépose en effet par refroidissement de la liqueur.

» Dernièrement, M. Le Bel signalait la possibilité d'une seconde forme des chlorures ammoniacaux (*Comptes rendus*, 20 janvier 1890). Nous sommes peut-être en présence de la seconde forme du chlorure d'ammonium, qu'une légère impureté aura rendue stable. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Acétals monobenzoïque et dibenzoïque de la sorbite.*

Note de M. J. MEUNIER, présentée par M. Troost.

« I. *Acétal monobenzoïque ou monobenzylalsorbite* C<sup>6</sup>H<sup>13</sup>O<sup>5</sup> (C<sup>7</sup>H<sup>5</sup>O). — Il s'obtient quand la sorbite est au contact de l'aldéhyde benzoïque au

sein d'une liqueur faiblement acidulée par l'acide chlorhydrique. La sorbite étant extrêmement soluble dans l'eau, on peut en obtenir à froid, sans difficulté, une dissolution concentrée et peu acide: la mannite ne présente pas le même avantage, car elle n'est très soluble qu'en présence d'un excès d'acide chlorhydrique.

» On dissout la sorbite dans son poids d'eau environ, on y ajoute un dixième d'acide chlorhydrique (à 22° Baumé), et la quantité d'aldéhyde benzoïque calculée d'après la formule précédente. On fait arriver dans ce mélange, maintenu à la température ordinaire, un courant d'acide carbonique, qui a le double avantage de produire une agitation continue et de préserver l'aldéhyde benzoïque de l'action oxydante de l'air. On aperçoit d'abord des cristaux qui se déposent sur les parois de l'éprouvette où l'on opère; après quelque temps, ces cristaux deviennent très abondants, et l'aldéhyde est complètement transformée. On les recueille sur un filtre et on les lave à deux ou trois reprises avec une faible quantité d'eau. Le liquide filtré retient en dissolution une portion considérable de la même matière. Pour l'obtenir, on neutralise l'acide chlorhydrique par le carbonate de soude, puis on concentre au bain-marie; il se dépose des cristaux que l'on joint aux précédents. On purifie le tout par des cristallisations successives dans l'alcool et dans l'eau chaude; on peut aussi laver la matière à l'éther, dans lequel elle paraît insoluble, et faire cristalliser dans l'eau.

» La monobenzylsorbite se dépose de ses solutions aqueuses en cristaux prismatiques, rectangulaires, transparents et fortement réfringents, et ne contenant pas d'eau de cristallisation. Les cristaux qui se forment dans les dissolutions alcooliques sont également prismatiques, mais beaucoup plus petits; du reste, la matière est peut-être moins soluble dans l'alcool que dans l'eau.

» Ces cristaux fondent sans se décomposer, mais le point de fusion n'est pas constant; quand on élève lentement la température, on les voit fondre dès 163° ou 164°; quand on chauffe plus rapidement, ils restent solides jusqu'à 172° ou 175°. La matière fondue garde une apparence amorphe et vitreuse.

» Elle se décompose, avec mise en liberté d'aldéhyde benzoïque, aussitôt qu'on la dissout à l'ébullition dans l'eau acidulée, même très faiblement.

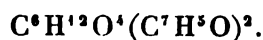
» Elle a fourni à l'analyse les chiffres suivants :

|                       |              |
|-----------------------|--------------|
| Matière.....          | gr<br>0,2605 |
| CO <sup>2</sup> ..... | 0,551        |
| H <sup>2</sup> O..... | 0,167        |

d'où, en centièmes,

|        |       | Calculé<br>pour C <sup>12</sup> H <sup>12</sup> O <sup>4</sup> . |
|--------|-------|--|
| C..... | 57,68 | 57,77  |
| H..... | 7,12  | 6,66   |

» II. *Acétal dibenzoïque de la sorbite ou dibenzylalsorbite*



Quand on additionne une dissolution concentrée de sorbite de son volume d'acide chlorhydrique ou d'acide sulfurique et d'aldéhyde benzoïque, il se sépare une masse solide blanche, amorphe, insoluble dans l'eau. Je l'ai précédemment décrite comme étant l'acétal dibenzoïque, dont elle s'éloigne peu par sa composition (*Comptes rendus*, t. CVII, p. 346).

» En réalité, cette matière est formée de deux substances distinctes : l'une est soluble dans l'eau bouillante (dans 1000 parties environ) et, par refroidissement, sa dissolution forme une gelée transparente; l'autre est une poudre blanche complètement insoluble dans l'eau bouillante, et elle présente la composition exacte de l'acétal dibenzoïque.

» On les sépare en faisant cohober le mélange pulvérisé avec de l'eau bouillante. On traite 3<sup>gr</sup> de matière par 1<sup>lt</sup>, 5 d'eau distillée; après quelques heures d'ébullition, on filtre pour séparer la substance demeurée insoluble. Le liquide filtré, en se refroidissant, se prend en une gelée transparente.

» La matière demeurée sur le filtre ne représente pas un aspect différent de celui du mélange primitif. Elle est insoluble dans l'eau pure, aussi bien que dans l'eau chargée d'acide sulfurique, indécomposable par cette dernière, quand elle ne contient pas d'aldéhyde benzoïque libre en quantité suffisante, ce qui est conforme à ce que j'ai déjà signalé (*Comptes rendus*, t. CVII, p. 910). Elle fond à 162°.

» Voici les chiffres qu'elle a donnés à l'analyse, après avoir été desséchée à 120° :

|                       |                      |
|-----------------------|----------------------|
| Matière.....          | <sup>gr</sup> 0,2675 |
| CO <sup>2</sup> ..... | 0,653                |
| H <sup>2</sup> O..... | 0,152                |

d'où, en centièmes,

|        |       | Calculé<br>pour C <sup>10</sup> H <sup>22</sup> O <sup>4</sup> . |
|--------|-------|--|
| C..... | 66,95 | 67,03  |
| H..... | 6,31  | 6,14   |

» III. *Matière soluble dans l'eau bouillante et se déposant sous forme gélatineuse.* — Il vient d'être dit comment on la sépare de l'acétal dibenzoïque insoluble. Il est important que l'eau distillée avec laquelle on fait cohober le mélange ne contienne pas trace d'acide chlorhydrique ou d'acide sulfurique libres, sans quoi, la substance qui nous occupe serait décomposée avec une facilité extraordinaire en sorbite et en aldéhyde benzoïque. Plusieurs opérations ont été faites avec de l'eau contenant une quantité d'acide sulfurique si faible qu'elle donnait un louche à peine sensible par le chlorure de baryum et ne contenait pas un vingt-millième d'acide; elles n'ont pas donné trace d'acétal gélatineux. Un fait également digne de remarque, c'est qu'une telle matière n'a aucune tendance à obstruer les pores du filtre. On enlève donc, sans la moindre difficulté, par filtration et par compression, l'eau qu'elle retient quand elle est à l'état gélatineux. La masse comprimée est de couleur grise, elle se réduit en une poudre blanche un peu adhérente au toucher.

» Cette poudre traitée par l'eau bouillante se dissout assez rapidement, et la dissolution se prend en gelée par refroidissement. Elle se dissout dans les mêmes dissolvants que l'acétal dibenzoïque, acide acétique, benzine, chloroforme, etc., et particulièrement dans l'éther; cette dernière dissolution ne tarde pas à former une gelée transparente. De telles propriétés physiques ont été observées avec les matières pectiques.

» Elle fond vers 200°, sans que son point de fusion paraisse fixe. Elle a donné à l'analyse une teneur en carbone inférieure d'environ 2 centièmes à celle de l'acétal dibenzoïque insoluble. La matière contenait une trace (moins d'un millième) de silice provenant de l'attaque par l'eau bouillante du verre du ballon où l'on avait opéré. »

CHIMIE ORGANIQUE. -- *Sur les camphorates de bornéols  $\alpha$  droit et gauche.*

Note de M. A. HALLER, présentée par M. Friedel.

« Les acides camphoriques droit et gauche sont considérés comme des acides bibasiques. Ils sont donc susceptibles de fournir des éthers neutres et acides. Mais, en raison de la constitution de l'acide camphorique, que l'on adopte l'une ou l'autre des formules proposées, on peut concevoir l'existence de deux séries des derniers éthers, suivant que l'une ou l'autre fonction acide se trouve éthérifiée. Ce fait a d'ailleurs déjà été mis en évidence par M. Friedel, qui a préparé deux camphorates acides d'éthyle.



» Ainsi, en n'envisageant que la fonction, on peut préparer avec chacun de ces acides un éther neutre et deux éthers acides. Mais, en combinant les acides camphoriques actifs avec d'autres corps actifs, comme les camphols droit et gauche  $\alpha$ , nous pouvons entrevoir la formation de toute une série de dérivés étherés qui résulteront : 1° de la combinaison de l'acide camphorique droit avec le bornéol droit  $\alpha$ ; 2° de la combinaison de l'acide camphorique droit avec le bornéol gauche  $\alpha$ ; 3° de la combinaison de l'acide camphorique gauche avec le bornéol droit  $\alpha$ ; 4° de la combinaison de l'acide camphorique gauche avec le bornéol gauche  $\alpha$ . A chaque système correspondra un éther neutre et deux éthers acides, de telle sorte qu'on ne comptera pas moins de 12 éthers actifs qui, au sens de la rotation près, sont identiques deux par deux. A ces éthers, il faut en outre ajouter 6 racémiques, ce qui porte leur nombre à 18.

» Dans ce qui précède, nous n'avons en vue que des combinaisons d'acides camphoriques avec les camphols  $\alpha$ ; car, si nous voulions envisager les systèmes dans lesquels on ferait entrer les acides isocamphoriques et les isocamphols, le nombre d'éthers réalisables se monterait à 72, dont 24 neutres, tant actifs que racémiques, et 48 acides.

» Nos recherches ont porté sur des combinaisons de l'acide camphorique droit avec les camphols droit et gauche  $\alpha$ .

» *Camphorates de bornéol droit.* — On chauffe à 210°-215°, en tubes scellés, un mélange homogène de 2 molécules de bornéol droit  $[\alpha]_D = + 37^\circ$  et de 1 molécule d'anhydride camphorique dérivé de l'acide droit. Au bout de quarante-huit heures, on retire les tubes. La masse brunâtre qui s'y trouve est dissoute dans un mélange d'éther ordinaire et d'éther de pétrole. La liqueur étherée est ensuite agitée à plusieurs reprises avec une solution chaude de carbonate de soude qui dissout le camphorate acide de bornéol. Le liquide étheré est distillé et le résidu est chauffé au bain-marie jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus de bornéol. On le reprend par de l'alcool absolu et l'on fait cristalliser à plusieurs reprises pour se débarrasser d'un produit visqueux difficile à éliminer.

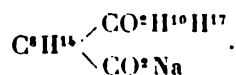
» On obtient ainsi de petits cristaux indistincts ou des croûtes, solubles dans l'éther, la benzine, la ligroïne, insolubles dans l'eau et dans les alcalis, et dont la composition répond à celle d'un *camphorate neutre de bornéol droit*  $C^8H^{14} \begin{matrix} \diagup CO^2C^{10}H^{17} \\ \diagdown CO^2C^{10}H^{17} \end{matrix}$ . Toutefois, ce corps n'est pas un composé unique; car, en le soumettant à des cristallisations fractionnées, on peut en séparer des produits dont le point de fusion et le pouvoir rotatoire moléculaire varient respectivement de 102° à 128°, et de  $[\alpha]_D = + 30^\circ, 83$  à  $+ 52^\circ, 08$ , avec une série de termes intermédiaires.

» *Camphorate acide de bornéol droit*  $C^8H^{14} \begin{matrix} \diagup CO^2C^{10}H^{17} \\ \diagdown CO^2H \end{matrix}$ . — Ce composé se dé-

pose sous la forme d'un précipité blanc, quand on traite les eaux de lavage alcalines ci-dessus par un acide. Il est soluble dans l'alcool, dans l'éther, peu soluble dans l'éther de pétrole. Il cristallise, au sein de ce dernier solvant, en mamelons blancs et durs, fondant, suivant la préparation, entre 176° et 178°, et dont le pouvoir rotatoire moléculaire varie également entre + 31° et 40°.

» Traité par le chlorure d'acétyle, il se décompose en anhydride camphorique et en un produit chloré, qui est sans doute du chlorure de bornéol.

» Les solutions ne précipitent point les sels ferriques. Il est un peu soluble dans les alcalis et les carbonates alcalins froids, mais il s'y dissout facilement à chaud. Par refroidissement, toute la liqueur se prend en une masse blanche, gélatineuse, qui, examinée au microscope, se présente sous la forme de filaments enchevêtrés comme du coton. Quand on essore le produit et qu'on le fait cristalliser dans l'alcool, on obtient des paillettes blanches et cristallines de *bornéocamphorate de sodium*



Les solutions aqueuses de ce sel présentent une réaction alcaline et sont décomposées par l'acide carbonique. Elles donnent, avec les sels de cuivre, un précipité bleu qui se dissocie facilement en oxyde de cuivre et camphorate acide de bornéol. Il semble donc que la fonction acide de cet éther est peu énergique et se rapproche de celle des phénols.

» *Camphorates de bornéol gauche  $\alpha$* . — En opérant dans les mêmes conditions que ci-dessus avec du bornéol gauche  $[\alpha]_D = -37^\circ$  et de l'acide camphorique droit, on a obtenu du *camphorate neutre de bornéol gauche*  $\text{C}^8\text{H}^{15} \begin{cases} \text{CO}^2\text{C}^{10}\text{H}^{17} \\ \text{CO}^2\text{C}^{10}\text{H}^{17} \end{cases}$ , qui cristallise

en fines aiguilles fondant à 122°. et du *camphorate acide*, corps blanc, soluble dans l'alcool, l'éther, la benzine, peu soluble dans l'éther de pétrole. Cet éther fond de 164° à 168° et possède le pouvoir rotatoire magnétique  $[\alpha]_D = -17^\circ$  à  $-25^\circ$ , suivant l'échantillon examiné.

» Comme son isomère, il se dissout à chaud dans les alcalis et dans les carbonates alcalins, et, par le refroidissement, ces dissolutions se prennent en masse. Quand on essore le sel de soude ainsi obtenu et qu'on le dissout dans l'alcool absolu, on parvient à l'isoler sous la forme de paillettes nacrées, onctueuses au toucher, dont les solutions aqueuses présentent une solution alcaline et sont précipitées par l'acide carbonique.

» Ce corps a donc même fonction que son isomère droit.

» Ces deux camphorates acides de bornéols, droit et gauche, prennent encore naissance quand on chauffe à 140° un mélange d'acide camphorique droit et de camphols. Il est à remarquer que, dans ces circonstances, il ne se forme pas trace de camphorate neutre.

» De ce qui précède, on peut conclure : 1° que l'éthérification totale de l'acide camphorique ne s'effectue qu'à une température relativement élevée et avec de l'anhydride seulement ; 2° que, dans ces conditions, il

est certain qu'il se produit des isomères, l'acide camphorique pouvant partiellement être transformé en acide gauche et peut-être en acide isocamphorique; on peut en dire autant des bornéols; 3° qu'une des fonctions acides de l'acide camphorique se rapproche, dans les éthers acides étudiés dans la présente Note, de celle des phénols. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide oxytétrique*. Note de M. CH. CLOEZ, présentée par M. Friedel.

« Il y a dix ans environ, M. Demarçay, en traitant par la potasse alcoolique les produits résultant de l'action du brome sur l'éther méthylacétylacétique, obtint deux acides très remarquables qu'il crut dérivés d'un noyau en C<sup>4</sup> et qu'il nomma, pour cette raison, acides *tétrique* et *oxytétrique*; ce dernier, le seul dont je me sois occupé, était représenté par la formule



» Cette formule parut peu vraisemblable; j'ai repris l'étude de cet acide, dans le but de chercher quelle pouvait être sa constitution, et ce sont les premiers résultats de mes recherches que j'ai l'honneur de communiquer aujourd'hui à l'Académie.

» J'ai préparé l'acide oxytétrique en suivant la méthode indiquée par M. Demarçay; et j'ai d'abord remarqué qu'à aucun moment de la réaction il ne se dégageait d'acide carbonique. Il était donc probable qu'il ne se formait pas d'acétone dibromée, et, par suite, il devenait inutile d'attendre pendant cinq heures avant de traiter le produit par la potasse alcoolique.

» J'ai recommencé l'expérience en traitant lentement l'éther méthylacétylacétique par la quantité théorique de brome, en présence de quelques centimètres cubes d'eau destinés à modérer la réaction. Aussitôt les dernières gouttes de brome ajoutées, le produit incolore, mais fumant énergiquement à l'air, est projeté dans une grande quantité d'eau et lavé par décantation jusqu'à ce que les eaux de lavage soient neutres au tournesol. On fait alors tomber l'éther méthylacétylacétique dibromé dans de la potasse alcoolique très concentrée, en refroidissant simplement par des affusions d'eau froide.

» La solution alcaline est ensuite étendue d'eau, concentrée à feu nu, de manière à chasser tout l'alcool, puis traitée par un grand excès d'acide sulfurique. On agite alors avec de l'éther, et, par évaporation de ce liquide,

on obtient un corps bien cristallisé que toutes ses propriétés identifient avec l'acide oxytétrique. Il faut remarquer qu'il ne se dégage pas trace de gaz carbonique au moment où l'on traite le liquide alcalin par l'acide sulfurique.

» De cette expérience, on peut conclure que l'éther méthylacétylacétique dibromé se transforme directement en acide oxytétrique sous l'action de la potasse alcoolique. Plus tard, j'ai constaté que la potasse en solution méthylique, que la potasse aqueuse, que l'eau de baryte même, pouvaient remplacer la potasse alcoolique. Avec tous ces réactifs, les rendements sont égaux, l'acide obtenu est toujours le même. La préparation de ce corps se fera donc de la façon suivante :

» On dispose deux matras contenant chacun 72<sup>gr</sup> d'éther méthylacétylacétique et 30<sup>gr</sup> d'eau, et, dans chaque matras, on verse par petites portions et en agitant constamment, 165<sup>gr</sup> de brome.

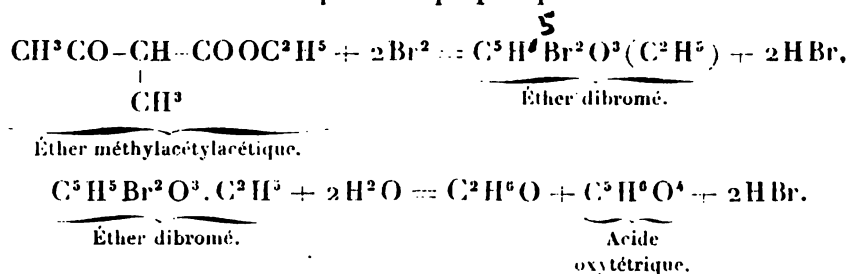
» Après la dernière addition de brome, on verse le contenu des deux matras dans une grande quantité d'eau, et l'on obtient ainsi, après lavage et décantation, 290<sup>gr</sup> environ d'une huile lourde que l'on fait tomber peu à peu dans une solution de 200<sup>gr</sup> de potasse dans 300<sup>cc</sup> d'eau. On étend ensuite d'une certaine quantité d'eau, de façon à dissoudre tous les sels alcalins, et l'on porte à l'ébullition pour chasser l'alcool qui a pris naissance par suite de la saponification du groupe  $\text{CO}.\text{OC}^2\text{H}^5$  de l'éther méthylacétylacétique. On traite alors par l'acide sulfurique au cinquième et l'on épuise le liquide acide par de l'éther privé d'alcool. L'éther abandonne à l'évaporation une masse cristalline et ambrée formée en majeure partie d'acide oxytétrique. Pour purifier cet acide, on le lave au chloroforme et on le fait cristalliser dans l'eau bouillante en présence de noir animal.

» Par cette méthode, on obtient tout de suite un produit absolument incolore, fusible à 201°-202°. Le rendement est de 30<sup>gr</sup> d'acide pour 144<sup>gr</sup> = 1<sup>mol</sup> d'éther méthylacétylacétique.

» L'éther méthylacétylacétique dibromé, chauffé au réfrigérant ascendant avec trente fois son poids d'eau, se saponifie très aisément. Malheureusement, sous l'action de l'acide bromhydrique, dont la proportion va sans cesse en augmentant, il se forme une grande quantité de produits noirs et insolubles. Il n'en est plus de même si l'on opère en présence de carbonate de baryum, qui neutralise l'acide bromhydrique au fur et à mesure de la production. Dans ces conditions, on obtient encore de l'acide oxytétrique, mais cet acide n'est qu'un produit secondaire de la réaction, car il est accompagné d'un autre acide soluble dans le chloroforme, et sur lequel nous reviendrons plus bas.

» Les analyses de l'acide oxytétrique conduisent à lui donner la for-

mule  $C^5H^6O^3$ . Sa formation peut s'expliquer par les deux réactions

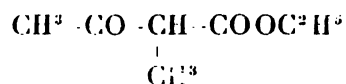


» *Éthers de l'acide oxytétrique.* — Nous avons vu que, dans l'action de l'eau et du carbonate de baryum sur l'éther méthylacétylacétique dibromé, on obtenait, outre l'acide oxytétrique, un second acide soluble dans le chloroforme. Par évaporation de ce liquide, on isole une masse cristalline baignée d'une huile jaunâtre. En abandonnant le tout sur une plaque de porcelaine dégourdie, on obtient de jolis prismes incolores, fusibles à  $67^\circ$ - $68^\circ$ , possédant une réaction nettement acide et répondant à la formule  $C^7H^{10}O^4$ .

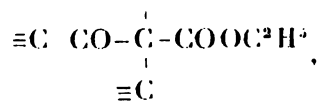
» Le sel d'argent  $C^7H^9AgO^4$  cristallise en fines aiguilles incolores, peu sensibles à l'action de la lumière et assez solubles dans l'eau froide.

» La formule  $C^7H^{10}O^4$  est celle d'un éther éthylique de l'acide oxytétrique; et, de fait, si l'on traite le corps, fusible à  $67^\circ$ - $68^\circ$ , par un excès de potasse, il se décompose très rapidement à la température du bain-marie. Par addition d'acide sulfurique, on n'isole plus l'acide primitif, mais bien de l'acide oxytétrique fusible à  $201^\circ$ - $202^\circ$ .

» La production de cet éther est assez intéressante, en ce sens qu'elle nous donne une première notion sur la constitution de l'acide oxytétrique. En effet, l'action de l'eau sur l'éther méthylacétylacétique dibromé n'a pu amener de changements dans les liaisons des atomes de carbone de ce composé. Or cet éther étant, avant l'action du brome,



il s'ensuit que le dérivé  $C^7H^{10}O^4$  doit forcément contenir



ce qui montre que l'acide oxytétrique renferme un groupe  $\text{—O—O—H}$  et n'en contient probablement qu'un seul.

» J'ai essayé de reproduire ce premier éther, en traitant par l'acide chlorhydrique gazeux une dissolution de l'acide dans l'alcool éthylique. On obtenu ainsi un liquide incolore et neutre distillant entre  $22^{\circ}$  et  $27^{\circ}$  et répondant à la formule  $\text{C}^8\text{H}^{10}\text{O}^4$  d'un dérivé diéthylique de l'acide oxytétrique.

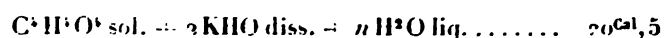
» Dans une prochaine Communication, j'espère pouvoir entrer plus avant dans l'étude de la constitution de ces intéressants composés.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la valeur de la chaleur d'hydratation de l'anhydride maléique.* Note de M. Iw. OSSIPOFF.

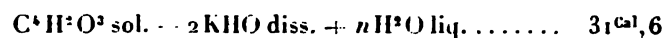
« Après les résultats que m'ont donnés les expériences faites par la méthode de la bombe calorimétrique, pour l'anhydride maléique ainsi que pour les acides fumarique et maléique, il y avait quelque intérêt à mesurer la chaleur d'hydratation de l'anhydride maléique.

» Suivant les conseils de M. Berthelot, j'ai choisi la voie la plus directe, et c'est au bienveillant concours de M. Petit que je dois d'avoir fait les expériences ci-dessous. Bien que le travail ne soit pas encore terminé, la conclusion générale me semble facile à formuler :

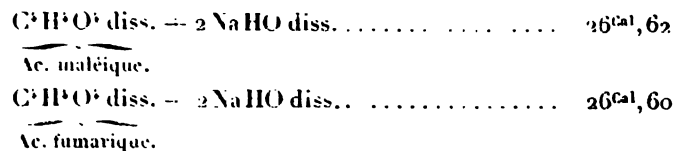
» 1<sup>o</sup> En dissolvant l'acide fumarique *solide* dans de la potasse (1 équivalent dans 2<sup>lit</sup>), on a observé (moyenne de deux expériences) :



» 2<sup>o</sup> L'anhydride maléique *solide* et pulvérisé, placé dans les mêmes conditions, a donné (moyenne de deux expériences) :

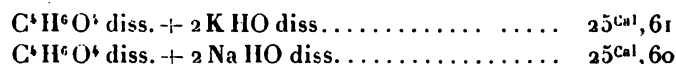


» Les expériences de MM. Gal et Werner (*Bulletin de la Société de Chimie*, t. XLVII, p. 158) nous ont montré que les chaleurs de neutralisation des deux acides *dissous* avec de la soude *dissoute* sont sensiblement identiques. Ainsi ils ont trouvé :

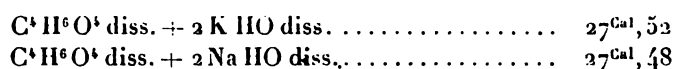


(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Grimaux, à l'École Polytechnique.

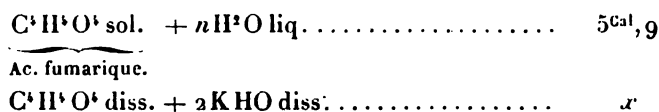
» On peut admettre, avec une grande probabilité, que l'effet thermique de neutralisation ne changerait pas si nous remplacions la soude par la potasse. C'est ainsi, par exemple, que, en opérant sur des acides voisins de ceux-ci, les recherches de M. Tanatar (*Journal de la Société de Physique et de Chimie russe*, t. XXI, p. 186) ont fourni, pour l'acide succinique :



» De même, pour l'acide isosuccinique :



» Dès lors, nous pouvons, à l'aide des données de MM. Gal et Werner, calculer aisément la chaleur de neutralisation par la potasse de l'acide maléique dissous. En effet, nous avons :

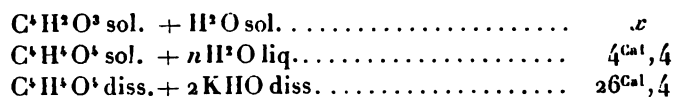


» En tenant compte de l'observation directe, nous aurons

$$20^{\text{Cal}}, 5 = x - 5^{\text{Cal}}, 9, \quad \text{d'où} \quad x = 26^{\text{Cal}}, 4.$$

» C'est justement cet effet que doit nous donner l'acide maléique lui-même dissous.

» Cela étant posé, nous avons le cycle suivant :



En combinant ce résultat avec la valeur thermique de la réaction 2°, nous obtenons l'équation

$$31,6 = x - 4,4 + 26,4$$

ou finalement

$$x = +9^{\text{Cal}}, 6.$$

Telle doit être la chaleur d'hydratation de l'anhydride maléique, lorsqu'il nous fournit l'acide du même nom



» Si, au contraire, cet anhydride, en s'hydratant, nous donnait de l'acide fumarique, la chaleur d'hydratation serait

$$31,6 - 20,5 = + 11^{\text{Cal}}, 1.$$

» Ainsi la valeur probable de la transformation de l'acide maléique en acide fumarique, l'anhydride maléique étant déjà formé, ou (ce qui revient au même) pendant l'hydratation même, pourrait être égale à environ

$$- 1^{\text{Cal}}, 5,$$

nombre identique à la différence des chaleurs de dissolution.

» Cette valeur n'est pas assez considérable pour pouvoir déterminer immédiatement la transposition intramoléculaire, une fois l'hydratation commencée. Mais elle le pourra, lorsque celle-ci sera accompagnée par un procédé exothermique; il semble que c'est ce qui a lieu dans l'action d'un acide haloïde hydrique sur l'anhydride maléique (1). »

CHIMIE ORGANIQUE. - *Sur la dissociation des chlorhydrates d'amines et des sels d'acides gras dissous.* Note de M. J.-A. MULLER.

» On sait que les sels d'amines ainsi que les sels solubles de certains acides gras, tels que les sels alcalins des acides de la série  $C^n H^{2n} O^2$ , sont en partie dissociés dans leurs solutions aqueuses, avec formation corrélative d'acide et de base libre, ou de sels acides ou basiques hydratés. Mais il est en général difficile de montrer, par des expériences simples et faciles à exécuter, le fait de cette dissociation. Or, j'ai trouvé que la phénolphthaleïne, grâce à sa fonction d'acide très faible, se prête admirablement à des expériences de ce genre.

» Si l'on ajoute, par exemple, à une solution concentrée d'un chlorhydrate d'amine, additionné de quelques gouttes de teinture de phénolphthaleïne, assez d'amine libre pour obtenir un liquide coloré en rose, cette liqueur se décolore quand on l'étend d'eau rigoureusement neutre, ou bien quand on la chauffe. Pour que l'expérience soit bien concluante dans ce dernier cas, on enferme le liquide dans le réservoir d'un tube thermométrique, comme s'il s'agissait de construire un thermomètre : la surface

(1) Travail fait au laboratoire de M. Berthelot (Collège de France).



libre du liquide en expérience devient alors négligeable et l'évaporation de l'amine, pendant le chauffage du tube, n'est pas à craindre. La solution de chlorhydrate, décolorée par suite d'une élévation de température, reprend sa coloration primitive par refroidissement; décolorée par dilution, elle peut de nouveau être colorée, en y ajoutant une certaine quantité d'amine libre. Cette quantité surpasse souvent le centuple de celle qu'exige un égal volume d'eau pure, additionnée de quelques gouttes de teinture de phénolphtaléine, pour arriver à la même teinte rouge. Les faits qui précèdent montrent que, dans la dissociation d'un chlorhydrate d'amine en présence de la phénolphtaléine, l'action de l'acide chlorhydrique mis en liberté est plus grande que celle de l'amine sur ce phénol.

» Un grand nombre d'alcaloïdes, tels que la pyridine, les picolines de l'huile de Dippel, la lutidine du goudron de houille, l'hydroxylamine, etc., ne sont pas propres à des essais de ce genre, parce que ces alcaloïdes donnent une coloration trop faible ou n'en donnent même aucune avec la teinture de phénolphtaléine, même en présence de beaucoup d'eau.

» Les expériences précédentes peuvent être répétées avec des solutions de sels alcalins d'acides gras; mais, dans ce cas, l'on trouve que ces liquides deviennent alcalins soit par dilution, soit par suite d'une élévation de température; la base forte mise en liberté, pendant la dissociation du sel, prime ici l'influence de l'acide libre ou du sel acide, formé en même temps, sur le réactif sensible.

» En opérant comparativement avec les sels sodiques des acides formique, acétique, propionique, butyrique normal et valérique, j'ai ainsi trouvé que les teintes rouges sont d'autant plus fortes, toutes choses égales d'ailleurs, que le poids moléculaire de l'acide considéré est lui-même plus élevé; la différence de coloration est surtout sensible entre le butyrate et le valérate de sodium. Ce résultat était du reste à prévoir, car M. Berthelot a montré depuis longtemps (1) que les sels sodiques des acides énumérés plus haut ont, à l'état solide, une chaleur de formation d'autant plus faible que leur poids moléculaire est plus élevé, et l'on sait d'ailleurs que, pour les corps de même fonction chimique, les plus stables sont en général ceux dont la chaleur de formation est la plus grande.

» Avec les sels neutres potassiques ou sodiques des acides minéraux forts, on n'observe aucun changement de coloration en présence de la phénolphtaléine, soit qu'on étende leurs solutions, soit qu'on les chauffe

---

(1) *Bulletin de la Société chimique de Paris*, t. XXIII, p. 297.

au bain-marie; de plus, si l'on ajoute des quantités égales de potasse ou de soude à un même volume d'eau pure et de solution salée, additionne d'une même quantité de phénolphthaléine, les liquides se colorent également en rouge : les sels appartenant à cette dernière classe sont donc parfaitement stables dans leurs solutions. »

BOTANIQUE. — *Sur la formation et la différenciation des éléments sexuels qui interviennent dans la fécondation.* Note de M. **LÉON GUIGNARD**, présentée par M. Duchartre.

« Les observations que je poursuis depuis quelques années sur la fécondation m'ont permis de vérifier et de découvrir un certain nombre de faits, sur lesquels il est d'autant moins inutile d'appeler l'attention que les phénomènes morphologiques qui précèdent ou accompagnent cet acte important sont loin d'être suffisamment connus.

» Cette première Note a pour but d'indiquer la façon dont les éléments sexuels se forment et se différencient chez les plantes angiospermes, d'une part dans le grain de pollen, d'autre part dans le sac embryonnaire. Ces phénomènes peuvent surtout être étudiés chez les Monocotylédones, et en particulier dans le Lis, la Fritillaire, la Tulipe, etc., dont les noyaux cellulaires sont relativement gros.

» I. C'est un fait déjà connu que le noyau primitif du grain de pollen donne naissance, à un certain moment, par karyokinèse normale, à deux noyaux autour desquels le cytoplasme se partage inégalement pour former deux nouvelles cellules, l'une végétative, l'autre génératrice. Cette dernière est libre à l'intérieur du grain de pollen et, presque aussitôt après sa naissance, son noyau diffère de celui de la cellule végétative par son aspect particulier et sa plus grande richesse en chromatine. A l'aide de réactions microchimiques, j'ai réussi à colorer d'une façon spéciale le cytoplasme de la cellule génératrice et à le suivre dans sa destinée jusqu'au moment de la fécondation.

» Après sa pénétration dans le tube pollinique, la cellule génératrice divise à son tour son noyau, suivant la marche normale de la karyokinèse, en deux nouveaux noyaux équivalents, qui prennent chacun la moitié du cytoplasme spécialisé qui leur revient : on a dès lors dans le tube pollinique deux cellules génératrices nues. Seul, dans la très grande majorité des cas, le noyau le plus rapproché de l'extrémité antérieure du tube pé-

nétera dans l'oosphère pour opérer la fécondation : c'est le noyau mâle. Son cytoplasme propre s'appauvrit pendant l'allongement du tube pollinique, au point de devenir souvent méconnaissable et de ne pouvoir être distingué du cytoplasme de la cellule végétative qui remplit la région antérieure du tube. Toutefois, il m'a été possible, dans un certain nombre de cas, de le suivre jusqu'au moment où le tube pollinique arrive sur le sommet du sac embryonnaire; mais, après le passage du noyau mâle dans l'oosphère, ce cytoplasme ne se retrouve pas dans cette dernière cellule; par suite, le noyau seul intervient dans la fécondation. Il n'était pas superflu de vérifier ce fait, encore discutable, à l'aide de matériaux dans lesquels le cytoplasme accompagnant le noyau mâle pouvait être plus facilement observé.

» De l'étude des divisions nucléaires qui se succèdent par karyokinèse normale, à partir des cellules mères du pollen jusqu'à la constitution définitive des noyaux générateurs, résulte aussi cette conclusion générale que, dans une espèce donnée, tous les noyaux ont le même nombre de segments chromatiques. La différenciation sexuelle ne provient donc pas, comme l'a prétendu M. Ed. Van Beneden pour l'*Ascaris*, d'un mode spécial de division nucléaire (division pseudo-karyokinétique), qui serait caractérisée, dans le cas du noyau mâle, par l'élimination de segments chromatiques représentant la partie femelle du noyau dont il dérive, ce qui réduirait l'élément sexuel à l'état de demi-noyau. Remarquons aussi que la même conclusion s'applique au noyau femelle des plantes et au pronucleus femelle des animaux; ce qui confirme à la fois les résultats déjà signalés chez les premières par M. Strasburger, et chez les seconds par les zoologistes qui ont constaté, contrairement à l'opinion de M. Ed. Van Beneden, que la formation des pronucleus mâle et femelle a lieu par karyokinèse normale.

» II. Dans le sac embryonnaire, le noyau primitif donne naissance, comme l'on sait, à deux tétrades nucléaires occupant chacune l'une des extrémités de cette grande cellule. Presque aussitôt après leur formation, les deux premiers noyaux qui sont l'origine de chaque tétrade présentent une différence de volume très manifeste, surtout dans le *Lis*, la *Fritillaire*, etc., différence qui coïncide avec une inégalité dans le nombre des segments chromatiques. Ce nombre est fixe, pour une espèce donnée, dans chacun des noyaux de la tétrade supérieure d'où proviendra l'oosphère; il varie, au contraire, et se montre plus élevé, tout au moins dans les exemples

cités, dans les noyaux de la tetrade inférieure, dont le rôle est tout différent de celui de l'oosphère.

» Il se fait donc, entre les noyaux nés dans le sac embryonnaire, une différenciation très curieuse qui n'est pas de tous points comparable à celle que l'on observe dans le grain de pollen. En effet, elle se produit dans les noyaux sans que le cytoplasme se spécialise morphologiquement autour d'eux, comme c'est au contraire le cas pour la cellule génératrice et la cellule végétative du pollen; elle a lieu dans une même cellule, et c'est seulement après les dernières divisions nucléaires que l'oosphère et les synergides s'entourent d'une enveloppe délicate. Le résultat final, très intéressant, est le maintien dans le noyau de l'oosphère seul, chargé dans l'organe femelle de la transmission des caractères et propriétés héréditaires, du nombre déterminé de segments chromatiques propre à une espèce donnée.

» Il importe aussi de remarquer que, pour une même espèce végétale, le nombre des segments chromatiques du noyau mâle est égal à celui du noyau de l'oosphère ou noyau femelle. A en juger par les observations déjà assez étendues faites par M. Strasburger et par moi-même, ce nombre n'est fixe que dans les noyaux sexuels. Il en résulte que, dans la fécondation, l'union de ces noyaux a lieu à nombre égal de segments chromatiques. Ce fait, tout au moins très général, a été remarqué aussi chez les animaux.

» Dans une prochaine Note j'indiquerai la façon dont le noyau mâle s'unit au noyau femelle et les phénomènes qui s'accomplissent à ce moment dans l'œuf. »

BOTANIQUE. — *Sur la structure comparée des nœuds et des entre-nœuds dans la tige des Dicotylédons.* Note de M. A. PRUNET, présentée par M. Duchartre.

« Dans une précédente Note (1), j'ai signalé les modifications de structure présentées par les faisceaux foliaires dans leur passage de la tige à la feuille et les transformations analogues que l'on peut observer à la base des axes floraux et des jeunes rameaux. On comprend que ces change-

---

(1) *Comptes rendus*, 23 avril 1884.

ments apportent déjà un trouble profond dans la structure de la tige. Mais les tissus de la tige elle-même subissent, en général aux nœuds, des modifications remarquables.

» *Épiderme*. — Les cellules épidermiques prennent fréquemment des dimensions plus grandes, surtout au voisinage des faisceaux émergents (*Thalictrum saxatile*, *Crithmum maritimum*, etc.).

» *Parenchyme cortical*. — L'épaisseur de l'anneau cortical augmente principalement dans la région correspondant aux faisceaux sortants. Cet accroissement est dû à la dilatation des cellules corticales beaucoup plus qu'à leur multiplication; le nombre de ces cellules peut cependant augmenter sensiblement (*Hydrangea acuminata*, *Ricinus communis*, etc.). Lorsque l'écorce présente, à l'entre-nœud, un hypoderme collenchymateux, ses éléments prennent, en général au nœud, des parois moins épaisses et deviennent plus volumineux ou même sont remplacés par des cellules de parenchyme ordinaire (*Ricinus communis*, *Peperomia blanda*, etc.). Dans les cas où la sclérisation atteint dans les entre-nœuds certaines cellules corticales, ce phénomène est moins accusé aux nœuds (*Hydrangea acuminata*, etc.). Lorsqu'un périderme se développe dans l'écorce, qu'il soit superficiel ou profond, il disparaît habituellement dans la région correspondant aux faisceaux émergents, ou, pour mieux dire, il ne s'y développe que plus tard, à la chute de la feuille. Parfois même, il disparaît complètement aux nœuds (*Leptodermis lanceolata*, etc.). En général, surtout lorsque le périderme est profond, les cellules du phelloderme ressemblent plus aux cellules corticales ordinaires et paraissent plus actives au nœud qu'à l'entre-nœud. Les cellules de l'écorce voisine de la région des faisceaux sortants s'allongent d'ordinaire tangentiellement dans la direction de ces faisceaux; ce fait est surtout net dans les tiges à feuilles opposées (*Phygelius capensis*, etc.) ou verticillées (*Nerium Oleander*, etc.).

» *Péricycle*. — En général, les fibres péricycliques deviennent moins nombreuses, en même temps que leurs parois s'amincissent et que leur calibre augmente, ces modifications étant surtout nettes au voisinage des faisceaux émergents (*Capparis spinosa*, etc.). Lorsque ces fibres forment à l'entre-nœud un anneau continu, cet anneau se dissocie fréquemment aux nœuds, formant des paquets limités à la partie externe des faisceaux libéro-ligneux (*Thalictrum saxatile*, *Polygonum orientale*, etc.). Elles peuvent même disparaître (*Houttuynia cordata*, etc.).

» *Faisceaux libéro-ligneux*. — C'est dans le bois des faisceaux que s'ob-

servent les modifications les plus remarquables. Les vaisseaux diminuent de diamètre et deviennent plus nombreux, cette multiplication portant surtout sur les vaisseaux annelés et spiralés du centre. Les éléments de soutien des faisceaux disparaissent vers le centre sur une étendue plus ou moins grande et sont remplacés par du parenchyme à parois non lignifiées (*Mercurialis annua*, *Coprosma lucida*, *Solanum lariniatum*, *Strobilanthes Sabiniana*, etc.). Ils peuvent même disparaître complètement dans des nœuds portant des feuilles arrivées à l'état adulte (*Vitis vinifera*, *Cassipouina Campanulata*, *Begonia Richardsoni*, etc.). Quelle que soit la mesure dans laquelle ils persistent, les éléments de soutien ont, en général, aux nœuds des parois plus minces et un calibre plus grand. Dans un grand nombre de cas, l'épaisseur totale de l'anneau ligneux augmente (*Hydrangea acuminata*, *Muehlenbeckia complexa*, etc.). Enfin, d'autres fois, les modifications deviennent telles que la structure du bois est absolument différente (*Thalictrum saxatile*, *Polygonum orientale*, *Muehlenbeckia sagittifolia*, etc.). Les rayons médullaires deviennent ordinairement plus nombreux, plus larges, en même temps que leurs éléments amincissent leurs parois et s'agrandissent, surtout dans le sens radial. Ces modifications sont particulièrement sensibles au voisinage des faisceaux émergents.

» Toutes ces particularités de structure ont évidemment pour résultat de faciliter les mouvements des liquides.

» *Moelle.* - Les cellules médullaires sont fréquemment plus volumineuses, parfois aussi plus nombreuses (*Vitis vinifera*, *Strobilanthes Sabiniana*, etc.); mais, ordinairement, le diamètre total de la moelle s'accroît dans des proportions moindres que celui de l'écorce. Les ponctuations deviennent habituellement plus nombreuses et plus grandes, en particulier, au voisinage des faisceaux émergents. Là aussi, ces ponctuations prennent une orientation remarquable : elles sont toujours allongées dans le sens tangentiel; il en est fréquemment de même, du reste, dans toutes les cellules de la périphérie de la moelle. Les cellules médullaires les plus voisines des faisceaux sortants s'allongent toujours dans le sens radial; dans certains cas, même, la presque totalité des cellules de la moelle s'allonge dans la direction des faisceaux émergents (*Zygophyllum morgsana*, etc.).

» Ces diverses particularités de structure des tissus nodaux peuvent ne pas se trouver réunies ou n'être pas également accusées dans une plante donnée, mais quelques-unes s'y rencontrent toujours.

» La présence d'une vrille exagère ordinairement le développement du tissu de soutien, surtout dans les tissus voisins de l'émergence.

» On comprend que toutes ces particularités, jointes à celles que présentent les faisceaux émergents, doivent aboutir au même résultat : rendre plus faciles les mouvements des liquides entre la tige et ses appendices. Si, pour une cause quelconque, la température vient à s'accroître brusquement, les feuilles, les fleurs, les jeunes rameaux trouveront dans les tissus très aqueux des nœuds une certaine provision de liquide en attendant qu'un nouvel équilibre se soit établi entre l'apport par les vaisseaux et les pertes par transpiration. D'autre part, l'eau en excès s'accumulera dans les tissus nodaux lorsque, pour une raison quelconque, les pertes par transpiration deviendront inférieures à l'apport par les vaisseaux.

» Si l'on rapproche de ce qui précède l'abondance habituelle des matériaux de réserve dans la région nodale, la richesse plus grande des cellules en protoplasma, en chlorophylle, la multiplication des cellules cristallines et en général des appareils sécréteurs, on voit que les nœuds représentent sans doute, non seulement des organes de réserve aqueuse, mais encore de réserve nutritive, et qu'ils jouent un rôle plus actif que les autres parties de la tige dans l'élaboration et les transformations des principes immédiats.

» Toutes les modifications des nœuds de la tige aérienne sont, on le voit, liées à la transpiration qui s'exerce par les feuilles ; aussi on ne les trouve pas dans les tiges souterraines dont les feuilles se réduisent à des écailles ; on ne les trouve pas non plus à l'insertion des cotylédons hypogés, lesquels constituent des feuilles bien développées, mais qui ne transpirent pas. »

GÉOLOGIE. — *Sur la formation des roches nummulitiques.* Note de M. DE FOLIN, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Plusieurs cas se sont présentés, qui m'ont donné l'occasion de dire que le sarcode rhizopodique se trouve très abondamment répandu sur tous les fonds sous-marins et plus particulièrement dans toutes les vases ; que c'est là que l'on rencontre les premiers termes de l'ordre des Rhizopodes réticulaires. Les parcelles rudimentaires en lesquelles il est d'abord disséminé sont déjà aptes à produire une sécrétion qu'elles emploient pour opérer une sorte de condensation de leur substance en incorporant des poussières minérales, se préparant ainsi à en user pour se composer des demeures.

» Il est nécessaire, afin que l'on puisse voir comment le fait que nous avons à signaler se relie à ces opérations, que nous disions de nouveau par quel mode elles s'effectuent, et de rappeler que c'est par elles que l'organisme progresse et arrive aux termes les plus élevés de l'ordre.

» Il est utile aussi de remarquer qu'en incorporant au protoplasme des corpuscules qui lui sont étrangers, le Rhizopode inaugure l'application de la règle qui fixe sa méthode de travail, que son procédé s'élargit, mais reste le même lorsqu'il construit des murailles en cimentant des matériaux également étrangers, tout comme il s'est adjoint des pseudostes.

» Si l'on place un Rhizopode arénacé sur une plaque de verre, et si on l'imbibe d'acide azotique, il ne tarde pas à perdre sa rigidité et sa solidité, et, après quelques instants, il se désagrège presque de lui-même ; cela s'explique : un des éléments de la liaison des tissus, la sécrétion, se trouve dissoute par l'acide. Si on laisse tomber une goutte d'eau sur les matériaux composant la muraille, ils se séparent, s'étalent et laissent voir le sarcode qui, ainsi qu'un axe, occupait la position centrale. Les grains de sable transparents, car ce sont toujours de petits fragments de quartz qui ont été employés, montrent, sur quelques-unes de leurs faces, des restes de sarcode qui y sont encore appliqués. Autour d'eux, ces restes sont bien plus abondants et sont encore disposés de façon que l'on peut facilement discerner qu'ils servaient de liaison entre les grains de sable. On peut également reconnaître que, pour remplir cet office, il y avait combinaison entre le sarcode et la sécrétion, mélange (le sarcodesme) qui rendait cette liaison solide et permettait d'édifier les enveloppes en obéissant, pour ce qui regardait la forme, aux exigences de l'espèce.

» Ce qui se lit ainsi sur la plaque de verre et qui résume toute la question du travail des Rhizopodes, c'est que le sarcode de ces animaux sécrète une matière dont il use pour composer un ciment au moyen duquel il fixe les matériaux qu'il emploie. C'est d'une application de cette formule qu'il va être question.

» De nombreux échantillons de grès en formation proviennent de nos dragages dans la fosse de Cap-Breton ; quelques-uns ont été soumis au traitement acide et donnèrent des résultats semblables à ceux qui avaient été obtenus avec les enveloppes arénacées. Cette expérience fut faite postérieurement à la constatation que je vais faire connaître, dans le but d'obtenir un point de comparaison de même sorte que celui fourni par les demeures des Rhizopodes, et plus en rapport avec le fait découvert.

» Ayant eu l'occasion de remarquer que, dans certains Foraminifères



fossiles, on retrouvait des restes de sarcode, je voulus rechercher s'il en était ainsi dans les Nummulites si abondantes à Biarritz. Les expériences que je fis à ce sujet me montrèrent que la gangue qui enveloppait ces Foraminifères donnait, par le traitement acide, des résidus exactement semblables à ceux des grès de la fosse et aussi à ceux des enveloppes de Rhizopodes. Après de scrupuleux examens et des comparaisons répétées des restes de nombreuses décalcifications, je me suis cru autorisé à affirmer que les roches nummulitiques sont formées par le travail d'un organisme qui l'exécute exactement selon la formule qui se dégage des observations faites sur les Rhizopodes; que, de plus, la matière organique que l'on retrouve ne paraît nullement différer de celle qui a servi à constituer les enveloppes de ceux-ci; que ce travail est donc celui d'un animal de cet ordre. »

GÉOLOGIE. — *Recherches chimiques sur les tests fossiles de Foraminifères, de Mollusques et de Crustacés.* Note de M. STANISLAS MEUNIER.

« Il y a quelques mois, M. de Folin appela mon attention sur les résultats auxquels venait de le conduire l'étude microscopique des roches nummulitiques des environs de Biarritz : après leur dissolution dans les acides, elles lui avaient fourni un résidu floconneux auquel il n'hésitait pas à attribuer une nature organique et qu'il qualifiait de *matière sarcodique*. Un grand nombre d'échantillons me permirent de contrôler ces assertions, et je me rendis au désir que voulait bien m'exprimer mon correspondant, d'ajouter une étude chimique à ses observations. Les difficultés furent plus grandes que je n'avais cru d'abord, et je ne me flatte pas de les avoir vaincues toutes.

» La première chose à faire était d'obtenir la matière floconneuse aussi pure que possible : celle que je reçus en premier lieu était mêlée d'une énorme quantité de sable et d'argile. En répétant les essais de préparation sur des roches nummulitiques des environs de Paris, je reconnus que la gelée y est moins abondante, comme ciment des Foraminifères, que dans l'épaisseur même de ceux-ci. Des *Nummulites lævigata*, provenant de calcaire grossier inférieur de Sept-Monts (Aisne), furent partiellement dissoutes dans l'acide chlorhydrique étendu, et rendues ainsi parfaitement propres et d'un blanc de lait : on les transporta d'abord dans un second vase où le nouvel acide acheva presque leur dissolution, et c'est seulement le résidu

de cette seconde opération, représentant 2,233 pour 100 du poids des Nummulites qui fut examiné.

» Ce résidu m'a paru remarquable : à première vue, on pourrait être tenté de le prendre pour une simple argile très fine ; car, à moitié desséchée, il est très plastique, et ce n'est qu'après un temps très long qu'il se sépare de l'eau qui le suspendait. Mais il suffit d'en faire rougir quelques parcelles sur la lame de platine, pour les voir brunir, puis se carboniser et laisser enfin, après leur combustion, un abondant résidu rougeâtre. Si, d'un autre côté, on chauffe dans un tube quelques décigrammes de la matière avec de la chaux sodée, on obtient un très fort dégagement d'ammoniaque. C'est donc bien une substance azotée, véritablement animale.

» Le composé organique dont il s'agit ne représente d'ailleurs que 16,66 pour 100 au plus de la matière légère et floconneuse, où il est associé très intimement à une matière minérale, et la présence de celle-ci en rend l'analyse mal commode. Des dosages d'hydrogène, sous forme d'eau, de carbone sous forme d'acide carbonique et d'azote sous forme d'ammoniaque, conduisent à y supposer :

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| Carbone .....                  | 64  |
| Hydrogène .....                | 5   |
| Azote.....                     | 12  |
| Oxygène (par différence) ..... | 19  |
|                                | 100 |

» Mais je ne donne ce résultat qu'avec réserve.

» Des faits analogues aux précédents, quoiqu'un peu moins nets, à cause de la difficulté d'isoler les tests de la roche ambiante, m'ont été fournis par le calcaire à milliolites des environs de Paris et même, malgré leur âge incomparablement plus ancien, par des marbres à fusulines du département de Saône-et-Loire ; dans ces divers cas, la matière organique carbonisable et fortement azotée a été reconnue avec certitude.

» Représente-t-elle réellement, comme le pense M. de Folin, le sarcode des Foraminifères fossilisés ? La réponse est d'autant plus malaisée, que j'ai reconnu que les Foraminifères ne jouissent à cet égard d'aucun privilège. En effet, sur le bienveillant conseil de M. Milne-Edwards, j'ai recherché la matière organique dans le test fossilisé de divers Mollusques et même dans celui des intéressants Crustacés, tels que le *Psammocarcinus Hericarti* dont on lui doit la découverte dans les sables moyens du Gué, à Tresme près de

Meaux. Or, j'ai constamment retrouvé le composé organique avec la même composition et les mêmes propriétés.

» Quelques centaines de grammes de tests bien lavés (j'ai opéré sur 500<sup>gr</sup> de *Cytheræa splendida* des environs d'Étampes, sur 150<sup>gr</sup> de Crustacé, etc.) sont attaqués par l'acide chlorhydrique faible, en quantité insuffisante pour dissoudre toute la masse; quand l'effervescence a cessé, on agite le liquide et, après le dépôt des matières les plus lourdes, on décante. Les flocons se déposent lentement et l'on peut, après une nouvelle décantation, les déposer sur un biscuit de porcelaine où la substance se dessèche.

» Comme dans le cas des Nummulites, elle est d'un gris clair avec un éclat soyeux très spécial, et le composé organique y est mélangé d'une très forte proportion d'éléments minéraux. Ceux-ci, comprenant un peu d'argile et de matière siliceuse, consistent surtout en petites aiguilles cristallines, très remarquables au microscope par leur activité sur la lumière polarisée. Leur existence chez les Crustacés et chez les Mollusques montre bien que ce sont simplement des cristaux et non pas, comme on pouvait le supposer d'abord, le produit de la fossilisation de spicules.

» Il est facile de reconnaître par les réactions chimiques que ces cristaux, qu'on retrouve très aisément dans les coupes minces de tests fossiles, spécialement chez le *Cytheræa*, consistent en carbonate de chaux.

» Je crois qu'on doit voir dans les composés organiques dont il s'agit un résidu des animaux fossiles, comparable pour le règne animal aux combustibles charbonneux d'origine végétale; c'est à leur existence qu'il faut sans doute rattacher la découverte de l'azote, si fréquemment répétée par Delesse dans l'analyse des roches sédimentaires. »

MINÉRALOGIE. — *Sur un kersanton pyrénéen : son âge, ses affinités avec l'ophite.* Note de M. J. CARALP.

« Entre Audressein et Alas (Ariège), à 100<sup>m</sup> en amont de cette dernière localité, se trouve, sur les bords mêmes du Lez, une roche cristalline intéressante, formant dyke en plein terrain secondaire. Sa richesse en mica noir et feldspath, sa texture granitoïde largement accusée porteraient d'abord à y voir une apophyse filonienne du granit si répandu dans le pays de Castillon, si une observation plus attentive ne permettait d'y constater l'absence à peu près complète du quartz; la roche d'ailleurs est effervescente avec les acides ordinaires et éprouve, si l'on continue le traitement

à chaud, une perte de 20 à 25 pour 100. L'examen microscopique montre qu'elle est essentiellement composée de *mica biotite* plus ou moins altéré et de *feldspaths plagioclases* (oligoclase et labrador) en association granitoïde. Elle rentre donc minéralogiquement dans le groupe des kersantons.

» Comme dans les roches de la rade de Brest, on y reconnaît de la *calcite* et de l'*apatite*, celle-ci principalement concentrée dans le mica où elle se révèle par le molybdate d'ammoniaque. A ces éléments accidentels viennent s'ajouter le *fer oxydulé*, disséminé parfois à profusion dans ce dernier minéral, la *chlorite*, plus rarement le *quartz* et la *pyrite de fer*, enfin, et en abondance, des produits ferrugineux analogues à l'*hématite*, épigénisant fréquemment tous les minéraux ferrifères.

» Le microscope y décèle en outre un minéral qu'on n'y soupçonnerait pas au premier abord : c'est le *péridot olivine*. Il se présente à l'état de plages cristallines, moulant les feldspaths et les englobant par places, plages incolores à la lumière naturelle, dénuées de polychroïsme, offrant, entre deux nicols, de vives couleurs d'interférence ; parmi les nombreuses cassures le plus souvent irrégulières qui les parcourent, on distingue parfois, mais sous forme de traits discontinus, les clivages rectangulaires à extinction parallèle, caractéristiques de ce silicate magnésien ; dans certains points, l'olivine présente un réseau de cassures assez complexe ; il est habituellement, dans ce cas, entouré et en partie imprégné de produits jaunâtres, de nature ferrugineuse, résultant de son altération. En employant, à titre de contrôle, l'analyse mécanique, j'ai pu séparer ce minéral à l'état de granules jaune clair, comme dans la lherzolite altérée, à peu près infusibles, devenant jaune rougeâtre à la flamme oxydante du chalumeau, et donnant, avec les prussiates de potasse et le phosphate de soude ammoniacal, les réactions du fer et de la magnésie. Aux plages d'olivine sont juxtaposés d'autres éléments cristallins qui, par l'extinction oblique de leurs clivages, paraissent se rapporter à des variétés décolorées de *pyroxène*.

» Pyroxène et péridot, d'ailleurs intimement liés l'un à l'autre, sont de consolidation postérieure aux feldspaths. Cette particularité, jointe à l'allongement de ces derniers minéraux suivant l'arête *pg'*, rapproche ce kersanton des ophites et, en particulier, de l'ophite de Laprabende (Landes), composée essentiellement, d'après M. Michel Lévy (1), de fer

---

(1) MICHEL LÉVY, *Ophites des Pyrénées* (*Bulletin de la Société de Géodésie de France*, p. 164; 1877).

oxydulé, feldspath labrador, pyroxène diallagique et serpentine provenant de péridot. Au pyroxène de cette ophite, substituons le mica noir, et les deux roches, si dissemblables en apparence, deviennent à peu près identiques. Or la substitution que nous supposons ici a été maintes fois réalisée par la nature : la transformation, par voie épigénique, du pyroxène et de l'amphibole en mica noir a été souvent constatée par les micrographes; elle est d'ailleurs évidente, sans l'emploi du microscope, dans nombre de roches éruptives, notamment dans une ophite à grands cristaux d'amphibole, située à peu de distance : ajoutons que le mica de notre kersanton, toujours dénué de polychroïsme, présente parfois, réunis sur une même plage, les clivages du pyroxène, de l'amphibole et du diallage.

» Du rapprochement de ces faits, résulte pour nous l'opinion que le kersanton d'Alas ne serait autre chose qu'une ophite altérée, dans laquelle le pyroxène a été converti en mica noir. Ce dernier minéral a été d'ailleurs signalé dans certaines ophites à titre d'élément accessoire; d'après M. Kuhn (1), il paraît dans certains cas jouer un rôle essentiel. Or il est généralement admis en Pétrographie, à la suite des belles recherches de M. Michel Lévy en France, de M. Macpherson en Espagne, que les ophites pyrénéennes sont des roches augitiques en quelque sorte dégénérées, dans lesquelles le pyroxène augite est devenu, en partie ou en totalité, du diallage, de l'ouralite ou de l'amphibole. L'altération en mica noir représenterait un stade plus avancé, auquel il conviendrait d'ajouter, comme *processus ultime*, l'altération chloriteuse et ferrugineuse. Il résulte de ces métamorphoses que, suivant l'état du minéral basique, l'ophite a des affinités multiples, tantôt avec les roches augitiques, tantôt avec les roches amphiboliques, diallagiques ou micacées, et, par conséquent, avec la diabase, la diorite, le gabbro, le kersanton.

» En somme, bien que se rapprochant des kersantons par ses caractères extérieurs et sa composition générale, la roche d'Alas me paraît se rattacher *génétiquement* à la famille ophitique, dans laquelle elle constituerait, par son facies, un type aberrant. C'est à ce titre que j'ai cru devoir la signaler.

» D'autre part, les circonstances du gisement m'ont permis de fixer, d'une manière précise, l'âge de cette roche éruptive. Le filon ophitique, qui traverse le Lez sur une largeur de 6<sup>m</sup> à 8<sup>m</sup>, est flanqué, en amont comme

---

(1) JOHANNES KUHN, *Recherches sur les ophites des Pyrénées*, traduction Brømer (*Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse*, p. 21; 1881-1886).

en aval, de schistes noirs et de conglomérats appartenant à la base du lias moyen. La roche cristalline est complètement passive par rapport à ces assises, qu'elle n'a modifiées d'aucune façon et dont elle n'a troublé en rien l'allure régulière. La présence, dans les conglomérats, de galets très nets de la roche éruptive prouve, d'une façon péremptoire, l'antériorité de son épanchement par rapport au lias moyen; d'un autre côté, l'ophite a englobé des fragments assez volumineux d'un calcaire cristallin qui, étant donnée la nature granitique du substratum du lias dans ces parages, ne saurait appartenir qu'aux calcaires du lias inférieur, puissamment développés près de là. Dans le vallon du Sour, j'ai trouvé des fragments analogues, empâtés dans un calcaire saccharoïde reposant sur les marnes bariolées du trias supérieur. L'épanchement de cette roche date donc des premiers temps de la période jurassique, autre particularité qui la rapproche des ophites de cette région, toutes venues au jour vers la fin du trias ou au début de l'époque liasique. »

M. TH. MœhrLEN adresse une Note relative à l'utilisation des marées comme force motrice.

M. ÉMILE THOMAS adresse une Note « sur un point de Mécanique ».

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

---

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

---

(OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 10 MARS 1890.

(Suite.)

*Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris pour obtenir le grade de Docteur ès Sciences mathématiques; par M. E. CARVALLO. (Influence du terme de dispersion de Briot sur les lois de la double réfraction. — Méthode pratique pour la résolution numérique complète des équations algébriques ou transcendentes.)* Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1890; 2 br. in-4°.

*D'une cause de dépérissement de la rigne et des moyens d'y porter remède;*

par REINHOLD DEZEIMERIS. Bordeaux, Feret et Fils; Paris, G. Masson, 1887-1889; 2 br. gr. in-8°.

*Sur la résonance multiple des ondulations électriques de M. Hertz se propageant le long de fils conducteurs; par MM. ED. SARASIN et L. DE LA RIVE. (Bibliothèque universelle. — Archives des Sciences physiques et naturelles. Troisième période. Tome XXIII. N° 2. 15 février 1890.)* Genève, Bureau des Archives, 1890; br. in-8°.

*La conquête pacifique de l'Afrique occidentale par le Soleil.* CH. TELLIER. Paris, J. Michelet, 1890; 1 vol. in-8°.

*Les Champignons. — Traité élémentaire et pratique de Mycologie; par J. MOYEN.* Paris, J. Rothschild, 1 vol. in-8°. (Renvoyé au concours du prix Desmazières.)

*Recherches sur les tremblements de terre; par JULES GIRARD.* Paris, Ernest Leroux, 1890; 1 vol. in-18. (Présenté par M. Daubrée.)

*L'année scientifique et industrielle; par LOUIS FIGUIER.* Trente-troisième année (1889). Paris, Hachette et Cie, 1 vol. in-16. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

*Bibliothèque photographique. — La photographie aérienne par le cerf-volant; par ARTHUR BATUT.* Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1890; 1 vol. in-8°.

*Étude sur les eaux de la ville de Laigle (Orne); par L. LONCLE.* 1890; br. in-8°.

*Traité de Zoologie médicale; par RAPHAEL BLANCHARD.* Tome second. Paris, J.-B. Baillièrre et Fils, 1890; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

*Les anesthésiques. — Physiologie et applications chirurgicales; par A. DASTRE.* Paris, G. Masson, 1890; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Chauveau.)

*Note sur l'homicide par flagellation; par le D<sup>r</sup> BARRET.* Lyon, A. Storck, Paris, G. Steinheil, 1890; br. gr. in-8°.

*Recueil des Lois, Décrets, Ordonnances, Arrêtés, Décisions et Rapports relatifs à l'origine, à l'institution, à l'organisation et à la direction du Conservatoire national des Arts et Métiers, et à la création des cours publics de cet Établissement.* Paris, Imprimerie nationale, MDCCCLXXXIX; br. gr. in-8°.

*Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse.* Neuvième série, Tome I. Toulouse, Douladoure-Privat, 1889; 1 vol. gr. in-8°.

( 604 )

*Revue des Sciences et des Lettres.* Troisième année, n° 5. Paris; broch. gr. in-8°.

*Annales de la Société géologique de Belgique.* Tome XIV, 2<sup>e</sup> livraison; Tome XVI, 1<sup>re</sup> livraison. Liège, H. Vaillant-Carmanne, 1889; 2 vol. gr. in-8°.

*Annales de la Société royale malacologique de Belgique.* Tome XXIII (quatrième série, tome III). Année 1888. Bruxelles, P. Weissenbruch; 1 vol. gr. in-8°.

*Corso elementare di prospettiva lineare; per ROMOLO TREVISANI.* Milano, Antonio Vallardi; br. in-8°.

---

**ERRATA.**

---

(Séance du 20 janvier 1890.)

Note de MM. C. Chabrié et L. Lopicque, Sur l'action physiologique de l'acide sélénieux :

Page 153, ligne 6, *au lieu de* comme un noyau, *lisez* comme possédant un noyau.

Même page, ligne 23, *au lieu de* une coloration rouge, *lisez* une coloration rouge régulièrement décroissante.

(Séance du 3 mars 1890.)

Note de M. C. Chabrié, Sur la densité de vapeur des chlorures de sélénium :

Page 461, ligne 3, *au lieu de*  $D_{11} = 3,86$ , *lisez*  $D_{11} = 3,81$ .





# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

### DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 MARS 1890,

PRÉSIDENTE DE M. HERMITE.

#### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE. — *Sur un dynamomètre de transmission à lecture directe et enregistrement photographique.* Note de M. MASCART.

« Le principe des dynamomètres de transmission consiste à réunir l'appareil moteur aux organes destinés à recevoir le travail par une liaison déformable dont les déplacements relatifs déterminent l'effort à chaque instant et permettent d'évaluer le travail transmis.

» Ce problème a déjà reçu différentes solutions, dont quelques-unes ont été mises en pratique; celle que je propose paraîtra peut-être présenter des avantages par sa simplicité.

» Supposons d'abord que l'arbre de commande soit coupé et que les bouts soient terminés par deux poulies, de même diamètre, reliées par un système de ressorts. La poulie de commande A porte un repère qui se meut en face d'une division tracée sur la surface extérieure de la poulie

entraînée B. Le déplacement du repère est proportionnel au couple moteur si la déformation des ressorts est uniforme et, dans tous les cas, la graduation en sera faite par expérience.

» Plusieurs méthodes permettent de lire les indications du repère pendant que l'arbre est animé d'un mouvement de rotation. On peut avoir recours à un système d'éclairage instantané qui fait apparaître les divisions pendant un temps très court, au moment où l'échelle occupe une position déterminée dans chaque révolution. Une méthode équivalente consiste à employer un obturateur mobile à fente étroite qui découvre les divisions assez rapidement pour qu'elles n'aient pas de mouvement appréciable. La persistance des impressions sur la rétine permet de faire les lectures dans les deux cas, mais il en résulte des dispositions expérimentales assez compliquées et une grande perte de lumière.

» Il est préférable d'employer un système optique mobile qui donne une image fixe pendant une fraction notable de la période de révolution. Sous cette forme, le problème comporte une solution générale. Avec une lentille de longueur focale  $F$ , dont le centre optique est à un instant déterminé sur le rayon qui passe par le repère, si  $R$  est le rayon des poulies,  $R + f$  celui du centre optique, il se produira une image  $I$  à la distance  $R + f'$  donnée par la relation

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{f'} = \frac{1}{F}.$$

» En appelant  $V$  la vitesse de la poulie et  $V'$  celle de l'objectif dans le même sens, on voit aisément que l'image reste immobile pour la condition

$$(1) \quad \frac{V}{V'} = \frac{f + f'}{f'} = \frac{f}{F}.$$

» L'image est visible pendant tout le temps que la lentille met à parcourir un angle ayant pour sommet le point  $I$  et pour ouverture l'étendue du champ. Comme le rapport des vitesses  $V$  et  $V'$  est constant, il est facile de commander par l'arbre le mouvement de la lentille.

» Si l'image est virtuelle et située sur l'axe même de rotation, l'équation (1) se réduit à

$$\frac{V}{V'} = \frac{R}{R + f'}.$$

» Les vitesses étant proportionnelles à la distance à l'axe, la lentille

peut être montée sur l'arbre même et entraînée avec lui. Il est vrai qu'une seule des divisions se trouve exactement sur l'axe et paraît immobile; mais l'image de la poulie par la lentille est une surface cylindrique qui paraît tourner autour de l'une de ses génératrices; le déplacement apparent des divisions situées de part et d'autre est alors une quantité du second ordre et on les aperçoit très nettement dans une grande étendue.

» On peut évidemment remplacer la lentille par deux réflexions à angle droit sur des miroirs parallèles, de manière à produire une image virtuelle sur l'axe; mais la lentille est d'une installation plus facile et elle présente l'avantage que l'image est agrandie comme par une loupe.

» Lorsque la rotation est lente, l'image est assez durable pour que l'on fasse les lectures sans difficulté; cette image paraît continue par suite de la persistance des impressions quand la période est plus courte, et l'éclat apparent est diminué dans le rapport de  $2\pi$  à l'ouverture angulaire de l'échelle visible.

» J'ai admis d'abord que l'arbre avait été coupé, ce qui peut être difficile dans certains cas; mais il est facile de l'éviter. La poulie entraînée B est folle sur l'arbre, et montée sur un manchon qui porte également la poulie sur laquelle s'enroûtent les courroies de transmission; la plupart des installations mécaniques permettraient une telle modification dans les organes.

» J'ai installé ce dynamomètre sur une machine à vapeur de 10<sup>chx</sup>, qui sert à l'éclairage du Bureau central météorologique. Une petite lampe éclaire les divisions; on observe le déplacement du repère soit à l'œil, en se plaçant dans le voisinage, soit avec une simple lorgnette, à la distance de 5<sup>m</sup> ou 6<sup>m</sup>. Le repère paraît osciller entre plusieurs divisions; mais on reconnaît aisément que les écarts révèlent des variations réelles du travail transmis dues aux coups de piston de la machine ou au passage des nœuds des courroies sur les poulies de petit diamètre. Quand on modifie le travail absorbé par la machine électrique, le déplacement du repère indique les modifications correspondantes du travail fourni par le moteur. Dans une usine où le moteur principal entretient la marche de plusieurs machines différentes, on pourrait ainsi, par les variations du repère qui correspondent à la suppression ou au rétablissement d'un outil, déterminer le travail absorbé par chacun d'eux. J'ajouterai que, pour éviter les flexions de l'axe, il est nécessaire que les ressorts établis entre les deux poulies A et B soient disposés d'une manière symétrique.

» L'appareil comporte un enregistrement photographique; il suffit de

remplacer le repère par un index qui chevauche sur les divisions et de produire une image réelle sur une fente derrière laquelle se meut une feuille de papier sensible. Si la lentille est attachée à la poulie qui porte l'échelle, chacune des divisions tracera une ligne droite, et le repère indiquera la courbe des couples moteurs. On évite même de mesurer le nombre de tours en faisant marcher le papier sensible par l'arbre : la surface comprise entre la courbe du repère, la division d'effort nul et deux ordonnées qui limitent un intervalle de temps déterminé est proportionnelle, sauf le tarage des ressorts, au travail transmis correspondant. On peut enfin provoquer, par un mouvement d'horlogerie, la formation d'un signal sur le papier photographique à intervalles réguliers ; l'épreuve porte alors toutes les indications nécessaires pour calculer en chevaux-vapeur la puissance transmise à chaque instant.

» On arriverait au même résultat en faisant mouvoir le papier sensible par une horloge, et l'appareil à signaux par l'arbre lui-même. Si le signal a lieu chaque fois que l'arbre a fait un nombre de tours déterminé, la vitesse de la machine est en raison inverse de la distance des signaux sur l'épreuve. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'observatoire de Tananarive.* Note de M. **MASCART.**

« J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie, au nom du P. Colin, quelques photographies de l'observatoire construit, à l'altitude de 1.400<sup>m</sup>, au sommet d'une colline située à quelques kilomètres de Tananarive, non loin des ruines de l'ancien village d'Ambohidempona. C'est un véritable monument en pierre de taille, muni de quatre coupes, et qui paraît comporter des services importants. Sur l'initiative de M. Le Myre de Vilers, alors résident général de Madagascar, ce bel établissement a pu être édifié sans crédit spécial, à l'aide des ressources fournies par des personnes ou des associations désireuses de donner leur concours au développement de notre influence dans le pays.

» Plusieurs de nos grandes institutions ont contribué à constituer le matériel scientifique encore bien incomplet ; à l'exemple de ses deux collègues, les PP. Roblet et Camboué, dont l'Académie connaît les travaux, le Directeur, le P. Colin, en tire le meilleur parti et fait preuve d'un grand dévouement. Outre les observations astronomiques, le P. Colin a organisé un service régulier d'observations météorologiques

avec postes secondaires en différents points de l'île, à Tamatave, Fianarantsoa, le fort Dauphin, Majunga, Diego Suarez, Mananjary et Arivonimano ; un magnétographe est en voie d'installation.

» Nous pourrions ainsi avoir les renseignements les plus précieux sur le climat inconnu de Madagascar et sur la marche générale des phénomènes météorologiques dans les mers voisines.

» L'observatoire de Tananarive mérite tous les encouragements de l'Académie et ne peut manquer d'appeler l'attention des amis de la Science. »

CHIMIE. — *Sur les condensations de l'oxyde de carbone et sur la pénétrabilité du verre par l'eau*; par M. **BERTHELOT**.

« Voici une expérience sur la formation des dérivés condensés de l'oxyde de carbone par l'effluve électrique, dans laquelle il semble difficile d'admettre que l'électricité ait pu transporter de l'eau à travers le verre, de façon à l'amener jusqu'à l'oxyde de carbone. L'appareil employé est celui que j'ai figuré dans les *Annales de Chimie*, 5<sup>e</sup> série, t. X, p. 79. L'éprouvette qui renferme l'oxyde de carbone est entourée extérieurement par un large ruban de platine, fixé par simple pression et relié à l'un des pôles d'une grosse bobine Ruhmkorff, munie d'un interrupteur Marcel Deprez. A l'intérieur de l'éprouvette pénètre l'une des branches d'un tube en V, fermé par un bout, mais ouvert à l'extrémité de sa branche extérieure; ce tube est rempli d'acide sulfurique étendu, mis en communication par un fil avec l'autre pôle de la bobine. C'est l'eau de ce tube qui serait transportée à travers le verre jusque dans l'oxyde de carbone, d'après les expériences de notre Confrère M. Schützenberger. Sans révoquer en doute le moins du monde les faits matériels qu'il a observés, il est permis de dire que l'explication n'en est pas établie, l'eau pouvant provenir de diverses autres sources accidentelles. En tous cas, on peut se mettre à l'abri de toute pénétration de ce genre par le procédé suivant. Au lieu de placer le tube en V, qui contient le liquide aqueux, en contact direct par sa face extérieure avec l'oxyde de carbone, on l'enveloppe d'un ruban de platine disposé en spirale et l'on environne le tout d'un second tube de verre concentrique, plein d'air, droit, fermé par son bout supérieur comme le tube rempli de liquide, et assez long pour descendre au-dessous de la

surface du mercure de la cuve, qui ferme l'éprouvette contenant l'oxyde de carbone. Tous les tubes, éprouvettes, lames métalliques, sont d'abord desséchés avec soin à l'étuve, et le mercure séché autant que possible. On remplit alors l'éprouvette d'oxyde de carbone pur et parfaitement sec sur la cuve à mercure; on y introduit le tube en V, revêtu de son manchon de verre, avec la lame de platine, interposée entre deux au sein d'un espace d'air et destinée à jouer le rôle de condensateur : ce point est essentiel. Dans ces conditions, l'action de l'effluve ne s'exerce pas directement entre le tube qui contient le liquide aqueux et l'oxyde de carbone; mais, je le répète, par l'intermédiaire d'un espace annulaire plein d'air et au travers d'un second tube de verre. Si l'électricité entraînait l'eau, en lui donnant la propriété de traverser le verre du premier tube, il devrait rester quelque trace de cette eau dans le second tube de verre et sur la lame de platine interposée; il semble même que quelque portion de l'air de l'espace annulaire devrait être entraînée en même temps par l'action électrique.

» En fait, l'action de l'effluve, dans ces conditions, s'est exercée sur l'oxyde de carbone; à peu près comme dans les conditions ordinaires, précédemment observées par Brodie et par moi. 300 volumes de gaz ont été réduits en quelques heures à 238 (ramenés à la même température et pression), lesquels contenaient 17 volumes d'acide carbonique : un quart environ du gaz primitif avait été détruit. Le surplus était de l'oxyde de carbone pur, que le protochlorure de cuivre acide a absorbé, en laissant seulement une bulle inférieure à  $0^{\text{vol}},5$ , c'est-à-dire à 2 millièmes (<sup>1</sup>); bulle comparable à celle que laissait un même volume d'oxyde de carbone primitif, traité directement par le même absorbant. Ces nombres conduisent aux rapports C<sup>3</sup>O<sup>6</sup> pour la matière contenue dans le gaz disparu, rapports qui sont les mêmes déjà observés dans mes expériences antérieures (*Annales de Chimie et de Physique*, 5<sup>e</sup> série, t. X, p. 72).

» J'ai fait d'abord un examen spécial et très attentif de l'intérieur du manchon de verre, au travers duquel l'effluve s'était propagée, ainsi que de la lame de platine intérieure, interposée entre ce manchon et le tube en V; mais je n'ai pas pu y déceler une trace sensible d'eau.

» Je crois dès lors difficile d'admettre que l'eau ait été transportée à travers l'épaisseur des deux tubes concentriques et celle de l'air qui les sépa-

---

(<sup>1</sup>) Encore provient-elle en partie du déplacement de l'azote dissous dans la liqueur cuivreuse.

rait, dans les conditions où je me suis placé. La pénétrabilité du verre par l'eau, sous l'influence électrique, si elle pouvait être conçue *a priori* comme possible avec certains verres exceptionnels, ne paraît pas constituer un phénomène général.

» L'examen du produit condensé a fourni la contre-épreuve, quoique d'une façon moins directe et moins démonstrative. Ce produit est brunâtre, avec une partie plus blanche sur les bords, et il offre les caractères déjà signalés. Il attire l'humidité de l'air avec une extrême rapidité. La distillation d'un tel produit hydraté fournit alors de l'eau, condensable en quantité notable. Au contraire, dans son état primitif, c'est-à-dire tel que je l'ai obtenu au sein du tube, en présence d'une masse très limitée de mercure, et avant tout contact, même très court, avec l'atmosphère, des essais fondés sur la destruction du produit par la chaleur rouge, en présence d'un volume connu d'air sec, et sur l'évaluation consécutive de l'état hygrométrique de cet air (<sup>1</sup>), ont montré qu'il ne se formait point ainsi d'eau liquide et que la dose de vapeur d'eau développée était si faible que le produit initial ne contenait pas une dose d'hydrogène supérieure à un millième; trace attribuable au contact du verre et du mercure, malgré les précautions prises.

» Quoi qu'il en soit, je désire appeler l'attention sur cette aptitude que présente l'oxyde de carbone à former des composés condensés et polymérisés, stables seulement jusqu'à des températures inférieures au rouge. Elle est facile à comprendre, en raison du caractère incomplet et non saturé de la molécule d'oxyde de carbone et de sa fonction d'anhydride formique. C'est à la formation temporaire d'un composé du même ordre que j'attribue aujourd'hui la réaction singulière en vertu de laquelle l'oxyde de carbone fournit des traces d'acide carbonique et un léger dépôt de charbon : non seulement au rouge blanc, par dissociation supposée, comme H. Deville l'avait reconnu, mais à une température à peine supérieure au rouge sombre et susceptible d'être réalisée dans un tube de verre, ainsi que je l'ai signalé il y a longtemps. Ce commencement d'altération de l'oxyde de carbone à basse température contraste avec la

---

(<sup>1</sup>) Le mercure qui limite la surface inférieure du gaz dans l'éprouvette forme un miroir brillant, dont la température initiale est connue et susceptible d'être ramenée à un degré voulu : la condensation de la moindre trace d'eau y est aussi manifeste que sur la surface argentée d'un hygromètre ; cette méthode est, comme le savent les physiciens, extrêmement sensible.

grande stabilité du même gaz à haute température, laquelle lui maintient des propriétés comparables à celles des gaz simples jusque vers 4400° (1), d'après les expériences faites sur les mélanges détonants. Comme l'altération de l'oxyde de carbone vers le rouge sombre ne répond pas à une variation exceptionnelle dans les chaleurs spécifiques à basse température, elle ne peut guère être expliquée que par la formation de petites doses de composés condensés, existant seulement au-dessous du rouge, et qui se détruisent ensuite, à la façon des dérivés de l'oxyde de carbone produits sous l'influence de l'effluve. J'ai obtenu, en effet, des indices positifs de la formation de semblables composés, non seulement par l'effluve électrique, mais par la seule action de la chaleur : je reviendrai prochainement sur cette question que j'étudie depuis plusieurs mois. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Remarques au sujet des observations de M. Berthelot sur les réactions entre la terre végétale et l'ammoniaque atmosphérique.* Note de M. TH. SCHLESING.

« Entre M. Berthelot et moi, existent des divergences d'opinion assez accentuées sur quelques questions de Chimie agricole, ainsi que le témoignent un certain nombre de Notes insérées aux *Comptes rendus*.

» La discussion sert parfois à élucider un point de la Science; dans le cas présent, elle est inutile; car toutes les discussions du monde ne valent pas un fait bien observé. Le fait de l'absorption de l'ammoniaque aérienne par la terre végétale est maintenant bien observé, et d'ordre général, quoi qu'en dise M. Berthelot. Je ne crois donc pas devoir répondre aux observations de mon Confrère.

» Je lui signalerai seulement un passage de sa dernière Note. D'après lui, je n'ai pas donné de l'absorption de l'ammoniaque atmosphérique par la terre végétale la seule preuve décisive, la preuve directe fondée sur la mesure exacte de la perte d'ammoniaque éprouvée par l'air dirigé dans le canal où j'ai placé mes terres. En formulant ce reproche, M. Berthelot n'a pas vu qu'on pourrait le retourner contre ses propres expériences sur la fixation de l'azote gazeux par la terre végétale. Dans aucune de ses expériences la fixation de l'azote n'a été démontrée par une preuve directe

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 6<sup>e</sup> série, t. IV, p. 67, 68 (en commun avec M. Vieille). Voir aussi les expériences de MM. Mallard et Le Chatelier.



fondée sur la perte d'azote éprouvée par l'atmosphère qui enveloppait la terre.

» En bonne justice, il ne faut pas être plus difficile pour les autres que pour soi-même. »

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Observation microscopique de la contraction des fibres musculaires vivantes, lisses et striées*; par M. L. RANVIER.

« Un muscle dont les éléments sont à l'état de contraction n'est pas nécessairement raccourci. Qu'un obstacle mécanique s'oppose à son raccourcissement au moment où il est sollicité à se contracter par la volonté ou par une excitation artificielle, il deviendra dur, se mettra en état de contraction sans rien perdre de sa longueur; il sera tétanisé tendu.

» Ce sont ces considérations physiologiques qui m'avaient guidé dans les expériences que j'ai faites autrefois pour étudier le mécanisme de la contraction musculaire (1). Ces expériences, qui consistaient à fixer, au moyen d'injections interstitielles d'acide osmique, les fibres des muscles tétanisés tendus, n'ont pas été répétées, que je sache, par d'autres observateurs. On a persisté, à l'exemple d'Engelmann, à fonder toute théorie de la contraction sur l'observation des ondes artificielles qui se produisent dans les fibres musculaires des insectes immergés dans l'alcool.

» Voyant que mes premières expériences n'étaient pas du goût des physiologistes, j'en ai fait d'autres qui entraîneront, sans doute, la conviction. Elles reposent sur la connaissance des éléments musculaires de la membrane rétrolinguale de la Grenouille, dont j'ai donné la description dans une Note antérieure (2). Ces éléments sont des faisceaux striés rubanés d'une grande minceur. Lorsque la membrane qui les contient a été convenablement tendue sur le disque de ma chambre humide et fixée à l'état d'extension au moyen de l'anneau de platine (3), leur structure se montre très clairement si, pour l'observer, on emploie un bon objectif à immersion.

» Les disques épais, les disques minces et les espaces clairs s'y succè-

---

(1) *Leçons sur le système musculaire*, 1875-1876, et *Traité technique d'Histologie*.

(2) *Comptes rendus*, 10 mars 1890.

(3) *Traité technique d'Histologie*, 2<sup>e</sup> édition, p. 62.

... surtout: dans  
... suppose,  
... dont les  
... suivante,  
... traitée  
... d'am-  
... non-  
... disques  
... Les dis-  
... pro-  
... constitue une  
...

... dans la mem-  
... humidie  
... physiologique.  
... la solution de chlorure  
...

... et de terminer la préparation  
... de papier d'étain  
... que l'on se propose d'étudier passe  
... sur lesquelles on veut observer le caractère  
... sans difficulté, parce que la membrane étant  
... de platine, l'application et même le décollage  
... ne pourraient la déranger.

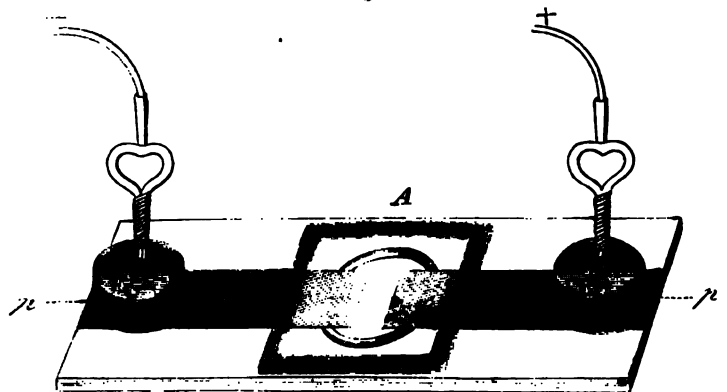
... la membrane rectangule  
... les électrodes bien disposées, la lamelle de verre  
... par une couche de paraffine, l'occlusion de la pré-  
... par une couche d'huile d'olive, dont on recouvre la bor-  
... on procède à l'examen microscopique avec un bon ob-  
... à immersion.

... qui doivent se trouver sur le trajet du  
... dans lequel les détails de la striation se montrent  
... Pour terminer la préparation de l'expérience, il suffit mainte-  
... les deux électrodes de papier d'étain avec les  
... d'un petit appareil d'induction à chariot, muni d'un inter-  
... et d'un trembleur.

... le plus simple, le  
... pour l'observateur au microscope, consiste à terminer les

fil de l'appareil électrique par deux masses de plomb cylindriques qu'on laisse simplement reposer sur les bandes de papier d'étain (*fig. 1*). Ces masses sont percées à leur centre pour laisser passer un fil de platine, que l'on replie au-dessous d'elles (*fig. 2*). C'est par ce fil que passe le courant. Sa portion repliée est exactement appliquée sur la feuille d'étain par le poids de la masse de plomb.

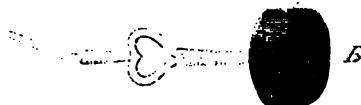
Fig. 1.



A, porte objet électrique; e, électrodes de papier d'étain; p, masses de plomb servant à établir le contact des fils conducteurs de l'appareil électrique avec les électrodes.

» L'appareil d'induction est animé par une petite pile au bichromate de potasse. Les deux bobines sont d'abord fortement écartées; on établit le courant et on le rompt au moyen de l'interrupteur, tandis que l'on observe

Fig. 2.



B, une des masses de plomb de la figure précédente vue de trois quart, pour montrer le fil de platine qui la traverse et qui est replié au-dessous d'elle.

au microscope la fibre musculaire qui doit subir l'excitation de la clôture et de la rupture. S'il ne s'y produit aucun mouvement, on rapproche progressivement les bobines, en répétant l'opération jusqu'à ce qu'une première rupture produise la contraction de la fibre observée. On obtient ainsi un courant suffisant, dont l'application, même fréquemment répétée, n'amènera pas une trop grande fatigue de l'élément musculaire. C'est ainsi que j'ai pu montrer successivement aux auditeurs de mon cours, sur un seul faisceau strié, plusieurs secousses de rupture et la contraction tétanique

résultant des interruptions fréquentes obtenues au moyen du trembleur de la machine d'induction.

» Il est donc facile, en suivant la méthode que je viens d'exposer, de faire l'observation comparative des éléments musculaires à l'état de repos et à l'état de contraction. Cette observation conduit à reconnaître, ainsi que je le soutiens depuis longtemps, que le stade homogène et l'inversion imaginés par Merkel n'existent pas. En effet, la striation ne disparaît dans aucune des phases du phénomène, et rien n'est changé dans les rapports des disques épais, des disques minces et des espaces clairs qui se succèdent dans les fibres musculaires, lorsque de l'état de repos elles passent à l'état de contraction.

» Dans un muscle tétanisé tendu, les disques épais ont une moins grande longueur, tandis que les espaces clairs et les disques minces sont agrandis. Les disques épais paraissent donc être les seules parties contractiles des fibres striées. Leur diminution de longueur est encore beaucoup plus considérable, cela se comprend, dans un muscle tétanisé qu'on laisse revenir sur lui-même.

» On a vu plus haut que, dans les fibres musculaires tendues, les disques épais ont la forme de bâtonnets; dans les fibres contractées, leur longueur est diminuée, mais leur largeur est augmentée. Ils ont pris une forme nouvelle, correspondant à une surface plus petite. Ils tendent, en un mot, à devenir sphériques, parce que la sphère est la forme qui correspond à la plus petite surface. Les disques épais d'un muscle qui se contracte se comportent donc comme ces petites masses de mercure que notre ingénieur Confrère M. Lippmann (\*) soumet à l'excitation électrique.

» J'arrive maintenant à l'observation des muscles lisses vivants à l'état de repos et à l'état de contraction. Ces muscles sont composés de cellules qui correspondent aux faisceaux des muscles striés. Comme les faisceaux striés, les cellules des muscles lisses sont composées de fibrilles; mais ces fibrilles, au lieu d'être constituées par des particules de nature différente et qui se suivent dans un ordre déterminé (disques épais, disques minces, espaces clairs), ont une constitution homogène. Elles correspondent à un seul disque épais. C'est ainsi que les choses me semblent devoir être comprises.

» Les fibres des muscles lisses se contractent au moins aussi bien que

---

(\*) LIPPMANN, *Relations entre les phénomènes électriques et capillaires* ( *Annales de Chimie et de Physique*, 1875 ).

les fibres striées, puisqu'elles se raccourcissent davantage; on ne saurait donc établir sur la striation la base d'une théorie de la contraction, comme l'ont fait la plupart de mes prédécesseurs. La striation est en rapport avec le mode de la contraction, mais non pas avec la contraction elle-même : les muscles striés se contractent brusquement; les muscles lisses se contractent lentement.

» Pour observer au microscope les fibres musculaires lisses vivantes à l'état de repos et à l'état de contraction, il suffit de disposer le mésentère du Triton crêté (1) sur le disque de la chambre humide, de le maintenir au moyen de l'anneau de platine, d'y disposer convenablement les électrodes de papier d'étain, etc., et de procéder comme pour exciter les fibres striées de la membrane rétrolinguale de la Grenouille. Seulement, j'ai dû prévenir ceux qui répéteront cette expérience que, pour déterminer la contraction des fibres lisses, ils doivent employer un courant tétanisant un peu fort. Rien ne paraît changé dans la structure de la fibrille des muscles lisses lorsqu'elle passe du repos à la contraction. Elle perd de sa longueur et augmente d'épaisseur. Elle tend en un mot à la forme qui réduirait sa surface aux plus petites dimensions. »

MÉCANIQUE. *Sur la régularisation du mouvement des machines.*  
*Régulateur avec dynamo auxiliaire.* Note de M. A. LEDIEU.

« L'importante question de la régularisation du mouvement des machines a suscité depuis plus de quarante ans les recherches analytiques d'un grand nombre de savants.

» En principe, cette régularisation dans l'intervalle de chaque tour s'obtient, on le sait, à l'aide du volant, ou au moyen de l'accouplement de plusieurs pistons moteurs sur l'arbre de couche. Mais la constance du nombre de tours à la minute dépend expressément du régulateur, aidé incidemment par le volant, qui lui laisse plus de temps pour contrecarrer les variations de ce nombre de tours, en les retardant.

» Les recherches analytiques ont surtout visé l'*isochronisme* du régulateur, c'est-à-dire la faculté de prendre et de garder, pour une *égale durée* de chaque tour, une série de positions d'équilibre, permettant à l'organe de distribution du fluide moteur qu'il commande, vanne, valve ou détente, de modifier cette distribution proportionnellement aux variations de la

---

(1) Voir *Comptes rendus*, 27 janvier 1890, p. 167.

résistance que la machine doit vaincre à chaque instant, alors que dans les appareils anisochrones la modification dont il s'agit n'est réalisable qu'avec un certain changement de la durée en question. Mais l'isochronisme parfait rend le régulateur beaucoup trop sensible, et entraîne des oscillations de l'instrument. Or il résulte de là des variations de la vitesse de rotation de l'arbre de couche à périodes longues et presque indéfinies; et le phénomène se trouve même beaucoup plus accentué qu'avec les appareils anisochrones, où il est dû à l'inertie des boules. Aussi les calculs se sont bien vite portés vers la détermination d'un isochronisme mitigé; et l'on a déterminé les moyens d'obtenir un *degré voulu* d'isochronisme, c'est-à-dire la possibilité, pour la série sus-spécifiée de positions d'équilibre, de correspondre à une légère variation convenue de la durée de chaque tour.

» Nous avons donné *in extenso* dans un de nos Ouvrages (1) la théorie pratique, puis la description des nombreux régulateurs connus jusqu'ici; et nous y avons étudié, pour chacun d'eux, les trois facultés fondamentales que nous attribuons aux instruments de l'espèce : la *sensibilité*, la *vivacité* et l'*énergie*.

» Cette étude conduit à remarquer que les conditions d'isochronisme mitigé fournies par la théorie ne peuvent, même en fait, mettre à l'abri d'oscillations à longues périodes. Toutefois, on s'efforce en général de restreindre le phénomène au moyen d'un frein à huile, constitué par un petit piston qui joue dans un cylindre. Pour les machines à vapeur, on peut encore essayer d'améliorer les choses, en faisant modifier automatiquement la longueur du levier de commande de la valve, ou mieux en organisant le régulateur de façon qu'il actionne *à la fois* la valve et la détente : le premier de ces organes d'une manière continue, le second par intermittence pour certains degrés d'écartement des boules. La première opération a ici pour but de combattre la brusquerie des variations de mouvement; la seconde sert à régler la distribution du fluide moteur, de façon à équilibrer, autant que possible, la nouvelle valeur de la résistance, et maintenir de la sorte la rotation à son taux normal.

» *Malgré tout*, aucune solution ne s'est imposée jusqu'à présent.

» Aujourd'hui, chaque constructeur a son régulateur; et c'est par une série de tâtonnements habiles et d'approximations successives déduites d'appareils antérieurs qu'il arrive à des combinaisons généralement suffi-

---

(1) *Les nouvelles machines marines*, t. I, p. 673 à 697, et t. II, p. 252 à 345.

santes, basées, plus ou moins explicitement, sur ce que, en somme, il n'y a de stable que les équilibres dynamiques, et qu'il convient conséquemment d'accepter *a priori* un certain régime d'oscillations du régulateur. Il y a là l'application de la seule méthode rationnellement pratique, à l'encontre de l'emploi de formules *absolues*, qui ont donné lieu à tant de mécomptes.

» L'insuccès de ces formules tient à l'impossibilité de faire entrer dans des relations mathématiques, si heureusement disposées qu'elles soient, toutes les données du problème.

» Entre autres, on ne peut y introduire ni l'effort nécessaire au régulateur pour actionner l'organe qu'il commande, ni l'influence des temps perdus, causés par le manque de rigidité absolue des pièces, dans la transmission du changement de mouvement de l'arbre de couche au régulateur et de celui-ci audit organe, puis du piston moteur aux appareils et outils qu'il fait marcher.

» Mais il y a moyen d'utiliser, pour le but à atteindre, ces derniers temps perdus pris en sens contraire, c'est-à-dire provenant du temps nécessaire à la propagation du changement de grandeur de la résistance jusqu'au piston. Il suffit, en effet, d'en profiter *pour faire agir le régulateur un peu avant que l'influence du changement en vue se fasse ressentir dans le moteur.*

» Nous allons indiquer un dispositif qui conviendrait principalement pour le cas où les appareils et outils conduits sont loin de la machine, et mieux encore pour le cas où ceux-ci, éloignés ou non, sont très puissants et à action fréquemment intermittente. Il faut prévenir là des variations considérables et dangereuses de la rotation, en principe trop subites, malgré le volant, pour que ce dernier retarde suffisamment l'accélération du mouvement et permette au régulateur d'agir assez vite.

» Le système de débrayage de chaque arbre particulier qui commande, dans l'atelier, une série d'appareils ou d'outils, laisse passer, au moment de la manœuvre, le courant d'une pile dans un fil qui va aboutir à une petite dynamo installée près d'un régulateur ordinaire, indépendant toutefois de la pesanteur, et actionnant un écrou spécifié plus bas. Dans le cas de gros tours, où le débrayage est remplacé par l'éloignement du chariot porte-outil, et aussi pour les laminoirs, qui généralement ne se débrayent pas non plus, le passage du courant s'effectue par l'intermédiaire du chariot en question, ou du rouleau mobile du laminoir au moment où il se déplace par rapport au rouleau fixe.

» Le régulateur doit avoir ici son axe convergeant vers l'arbre de

couche, et être relié à ce dernier par un engrenage conique. La roue montée sur cet axe est beaucoup moins épaisse que la roue commandée par l'arbre de couche, laquelle possède une grande hauteur, et a, d'ailleurs, pour surface enveloppe un cône dont la génératrice est parallèle à l'axe en question. De plus, elle peut coulisser, à frottement doux, le long de deux clefs incrustées longitudinalement dans cette pièce. De la sorte, le *rappor*t de la vitesse de rotation du régulateur à celle de l'arbre de couche peut prendre diverses valeurs.

» On détermine la convergence des axes de ces deux pièces, de manière que le *rappor*t en question se modifie le plus rapidement possible.

» D'autre part, les deux roues d'engrenage sont taillées comme voici : les dents de la roue du régulateur ont le profil habituel qui correspondrait à la position moyenne de glissement de cette roue; de son côté, le profil des dents de la roue de l'arbre de couche a la forme ordinaire au milieu de la hauteur de la roue; mais aux autres endroits de cette hauteur, il se trace, suivant les règles connues, d'après le contour du profil unique de la roue du régulateur.

» Il existe, par ailleurs, un écrou se vissant ou se dévissant sur la partie inférieure de l'axe du régulateur, et venant appuyer contre l'une des faces de la roue du système, au moyen d'un manchon qui embrasse, avec jour, l'axe et ses clefs. Un ressort de rappel appuie sur la seconde surface de la roue.

» Enfin, un indicateur *instantané* du nombre de tours par minute, tel que le tachymètre Buss, associé à l'arbre de couche, commande un commutateur, qui laisse passer le courant, tant que ce nombre de tours possède une valeur égale ou supérieure à son taux normal, et qui, au contraire, renverse le courant dès que la rotation tombe au-dessous de ce taux.

» Dès lors, à l'instant du débrayage, le courant arrive à la dynamo; et le régulateur subit l'influence du changement de résistance, avant que ce changement se soit fait sentir sur le moteur, et par suite avant qu'il ait déterminé une modification du régime normal de la vitesse. Ce régime peut ainsi être sensiblement conservé constant malgré le débrayage.

» Au moment du réembrayage, le courant est interrompu à son point de départ. Il faut cependant que le régulateur puisse préparer d'avance l'admission de vapeur correspondant à l'accroissement d'action nécessitée par l'augmentation de la résistance qui se fera ressentir sur le piston moteur dans un instant, après le *temps perdu* pour la propagation de cette augmentation. Le courant doit donc pouvoir continuer à passer, et cela même





jusqu'à ce que l'arbre des outils ait repris sa rotation normale, puisque, au susdit moment, le régulateur se trouvera, en général, dans une position non adéquate à la marche de régime afférente au réembrayage, et que, en outre, la dynamo sera désamorcée.

» Pour obtenir ce dernier résultat, il suffit d'associer un tachymètre à l'arbre des outils, et de faire commander par l'instrument un commutateur laissant passer le courant tant que la rotation de cet arbre n'a pas atteint sa valeur normale. Mais il est nécessaire que le passage ait alors lieu en sens contraire de la direction convenant à l'opération du débrayage; car le régulateur a présentement besoin d'être actionné par la dynamo d'une manière opposée à celle qui convient au moment de cette opération.

» En étudiant le dispositif que nous venons d'écrire, on reconnaît que, outre ses qualités propres, il offre les mêmes avantages que les régulateurs isochrones, sans en entraîner les graves inconvénients.

» M. Marcel Deprez avait déjà proposé, avec son ingéniosité habituelle, d'appliquer l'électricité aux régulateurs; mais sa combinaison différerait totalement de celle que nous venons de décrire. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les Échinides créacés du Mexique.* Note  
de M. COTTEAU.

« M. Antonio del Castillo, Directeur de l'École des Mines de Mexico, nous a communiqué un certain nombre d'Échinides recueillis au Mexique. Les espèces, au nombre de six, sont intéressantes non seulement au point de vue zoologique, mais encore au point de vue géologique; car elles fixent d'une manière à peu près certaine l'horizon stratigraphique des couches qui les renferment. Sur ces six espèces, trois sont propres jusqu'ici au Mexique.

» L'une d'elles, *Pseudocidaris Saussurei* P. de Loriol, est connue depuis longtemps par son test et par ses radioles. Rapportée à tort, en 1839, par Nyst et Galeotti, au *Cidaris glandifera* Goldfuss, elle a été plus tard décrite et figurée par M. de Loriol sous le nom de *Pseud. Saussurei*. Voisine du *Pseud. clunifera*, de l'étage néocomien, cette espèce en diffère par plusieurs caractères, que nous avons indiqués lorsque nous en avons donné la description.

» La seconde espèce est *Holactypus Castilloi* Cotteau, qui se distingue des *Holactypus* créacés que nous connaissons par sa face supérieure convexe et légèrement conique, par sa face inférieure fortement concave, par ses aires ambulacraires bombées aux approches du péristome et surtout par son périprocte relativement petit, elliptique

dans le sens du diamètre antéro-postérieur, éloigné du péristome et placé près du bord postérieur. C'est un type tout particulier qui rappelle les grands *Holectypus* des étages aptien et albien.

» La troisième espèce, nouvelle et propre au Mexique, est *Enallaster mexicanus* Cotteau; elle offre quelque ressemblance avec *E. Delgadoi* P. de Loriol, de l'étage aptien du Portugal; elle s'en éloigne par les pores de l'aire ambulacraire antérieure impaire, dont la disposition et la structure sont différentes, et aussi par l'étroitesse des zones interporifères dans les aires ambulacraires paires antérieures et postérieures. Ces deux types sont voisins, mais il ne me paraît pas possible de les réunir.

» Les trois autres espèces rencontrées par M. del Castillo ont déjà été signalées en dehors du Mexique : *Diplopodia Malbosi* (Agassiz) Desor, n'est pas rare en France, à la Clape (Aude) et à Oppoul (Pyrénées-Orientales); les exemplaires mexicains, provenant de la vallée d'Arivechi (Sonora), malgré quelques légères différences, ne sauraient être distingués du type.

» Il en est de même du *Salenia prestensis* (Gras) Desor, recueilli à Guadelupe (Chihuahua); les quatre exemplaires que nous a communiqués M. del Castillo présentent bien les caractères des échantillons types de la Clape (Aude) et de la Presta (Val de Travers). La zone miliaire qui partage les aires interambulacraires est, il est vrai, un peu moins large, mais cette différence ne nous a pas paru suffisante pour établir une nouvelle espèce.

» La troisième espèce, déjà connue, est le *Lanieria Lanieri* (d'Orbigny) Duncan, assez commun à Cuba, où elle occupe un horizon encore mal défini, mais probablement crétacé. L'exemplaire unique rencontré par M. del Castillo, au Mexique, est très incomplet, mais il est parfaitement reconnaissable à sa forme haute, circulaire, globuleuse, rentrante et arrondie vers l'ambitus, plane autour du péristome; à son sommet ambulacraire central; à ses zones porifères très droites et linéaires; à ses plaques ambulacraires serrées, étroites, irrégulières; à ses plaques interambulacraires plus larges, beaucoup plus longues, correspondant à quatre ou cinq paires de pores. Bien que le péristome et le périprocte ne soient pas visibles, nous n'éprouvons aucune incertitude sur l'identité de cet exemplaire avec ceux qu'on rencontre à Cienfuegos (Cuba).

» L'étude de ces espèces nous donne des renseignements précieux sur l'âge des couches qui les renferment, la présence du *Diplopodia Malbosi*, du *Salenia prestensis*, et aussi de l'*Enallaster mexicanus* en raison du genre auquel l'espèce appartient, indique que les couches renfermant ces Échinides ne sont pas jurassiques, comme l'avait pensé Galeotti, ni sénoniennes, comme le croyait d'Orbigny, mais font partie du terrain crétacé inférieur, probablement des étages aptien ou albien. L'*Holectypus Castilloi*, bien qu'il constitue un type nouveau et très distinct, confirme cette opinion; car il rappelle, par sa grande taille et son appareil apical muni de cinq pores génitaux, les espèces d'*Holectypus* du terrain crétacé inférieur ou moyen.

» Le *Lanieria Lanieri* rencontré à San Luis, sur un autre point des

montagnes du Mexique, appartient, suivant toute probabilité, à des couches crétacées plus élevées, peut-être même au terrain éocène. Nous appelons toute l'attention de M. del Castillo sur cette curieuse espèce, dont le gisement, au Mexique comme à Cuba, n'est pas encore certain, et il serait bien à désirer que les fossiles associés, ainsi que les observations stratigraphiques, pussent faire connaître le niveau occupé par cette espèce. »

### NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les Concours de l'année 1890.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

*Prix Montyon (Statistique)*. — MM. Lalanne, Haton de la Goupillière, Larrey, de Jonquières, Favé réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Bertrand et Faye.

*Prix Fontannes*. — MM. Gaudry, A. Milne-Edwards, de Quatrefages, Daubrée, Hébert réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Fouqué et Blanchard.

*Prix Vaillant (Étude des refoulements qui ont plissé l'écorce terrestre; rôle des déplacements horizontaux)*. — MM. Daubrée, Fouqué, Hébert, Gaudry, Des Cloizeaux réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Damour et Grandidier.

*Prix Gay (Faire l'étude orographique d'un système de montagnes par des procédés nouveaux et rapides)*. — MM. Daubrée, Fouqué, Hébert, Des Cloizeaux, Gaudry réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Bouquet de la Grye et d'Abbadie.

*Prix Barbier*. — MM. Bouchard, Verneuil, Chatin, Charcot, Duchartre réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Marey et Richet.

### MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

**M. E. FONTANEAU** soumet au jugement de l'Académie deux Mémoires : « Sur l'équilibre d'élasticité d'une enveloppe sphérique » et « Sur l'équilibre d'élasticité d'une plaque plane ».

( Commissaires : MM. Maurice Lévy, Boussinesq. )

**M. RIBAUCCOUR** adresse un Mémoire de Géométrie contenant la démonstration d'un grand nombre de théorèmes dont il avait depuis longtemps fait connaître les énoncés.

( Commissaires : MM. Bertrand, Darboux, Jordan. )

### CORRESPONDANCE.

**M. LOUIS SORET**, nommé Correspondant pour la Section de Physique, adresse ses remerciements à l'Académie.

M. le **SECRETARE PERPÉTUEL** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

- 1° La première Partie d'un Ouvrage de M. *R. Wolf*, ayant pour titre : « Handbuch der Astronomie, ihrer Geschichte und Literatur » ;
- 2° La première livraison du tome XIV des « Acta mathematica » publiés par M. *Mittag-Leffler*. (Présenté par M. Hermite.)

M. le **SECRETARE PERPÉTUEL** présente un Mémoire de Mécanique céleste adressé par la famille de M. *Cellerier*, de Genève.

Ce Mémoire est renvoyé à l'examen de MM. Bertrand, Tisserand et Poincaré.

MÉCANIQUE CÉLESTE. -- *Études sur la théorie de la capture des comètes périodiques*. Note de M. O. CALLANDREAU, présentée par M. Tisserand.

« M. Tisserand a publié, l'année dernière, dans les *Comptes rendus*, et avec plus de détails dans le *Bulletin astronomique*, un beau travail sur la théorie de la capture des comètes. Cette théorie, qui a été aussi l'objet de Notes intéressantes de la part d'un savant américain distingué, M. H.-A. Newton, de New-Haven, ayant pour moi beaucoup d'attrait, j'ai profité avec empressement de la bienveillante proposition de M. Tisserand de continuer à étudier ce même sujet.

» Je vais indiquer sommairement les principaux résultats obtenus en suivant la voie ouverte par d'Alembert (*Opuscules mathématiques*, t. VI et VIII) et ensuite par Laplace (*Mécanique céleste*, livre IX, ch. II).

» Pour établir les équations fondamentales de la théorie, je décompose la vitesse relative  $V_0$  de la comète à son entrée dans la sphère d'activité de la planète, soit Jupiter, en  $V_0 \cos \omega$ , composante suivant la direction du périhélie de l'orbite jovicentrique, et  $V_0 \sin \omega$ , suivant la direction perpendiculaire. Ensuite, j'écris les équations résultant de la projection sur les trois axes de coordonnées du parallélogramme des vitesses.

» Il y a lieu de remarquer que les équations analogues relatives à la sortie de la sphère d'activité résultent simplement du changement de  $\omega$  en  $180^\circ - \omega$ .

» Nous donnerons l'indice 0 aux quantités qui se rapportent à l'entrée, l'indice 1 à celles qui se rapportent à la sortie. La question est de déterminer les éléments  $a_1, e_1, \varpi_1, i_1, \dots$ , au moyen des éléments analogues  $a_0, e_0, \dots$ , en faisant intervenir le moins possible les éléments A, E, II, I, ... de l'orbite jovicentrique, lesquels échappent à nos investigations. Les éléments de l'orbite de Jupiter sont désignés par des lettres accentuées; pour plus de simplicité, l'orbite de la planète est supposée circulaire.

» Les deux systèmes d'équations relatives à l'entrée et à la sortie donnent :

» 1° La relation

$$l_1 \cos \sigma_1 - l_0 \cos \sigma_0 = 2S.$$

$\sigma$  est l'angle de la direction du mouvement de la comète avec la direction du mouvement de Jupiter;  $l$  est le rapport des vitesses de la comète et de Jupiter;  $S = \frac{r'}{4} \left( \frac{1}{a_1} - \frac{1}{a_0} \right)$ . Pour  $a_0 = \infty$ , on a à peu près  $l_0 = \sqrt{2}$ .

» Cette relation ne diffère pas de l'intégrale connue sous le nom d'*intégrale de Jacobi*.

» 2° L'expression de  $S$  au moyen des quantités qui définissent le point où la comète vient frapper la sphère d'activité et la direction du mouvement de la comète; on trouve

$$S = (L_0 \cos \sigma_0 - 1) \cos \omega - \Phi \sin \omega.$$

» Les deux quantités qui définissent le point d'arrivée dans la sphère d'activité sont  $\omega$  et  $I$ ;  $\Phi$  ne dépend pas de  $\omega$  et vérifie l'inégalité

$$\Phi^2 < L_0^2 \sin^2 \sigma_0;$$

l'inégalité se transforme en égalité si le mouvement est plan.

» 3° Les deux systèmes d'équations, à l'entrée et à la sortie, montrent encore que la résultante géométrique des vitesses  $v_1 - v_0$  est à très peu près égale à  $2V_0 \cos \omega$ ; on voit que dans ce dernier résultat il n'intervient que l'une des deux quantités  $\omega, I$ .

» Au moyen de 1° et 3°, on peut déterminer approximativement la direction de la vitesse parabolique  $v_0$ , si l'on suppose connus  $S$  et  $\omega$ ; le vecteur qui représente la vitesse  $v_0$  est défini sur la sphère de rayon 1 par l'intersection d'un plan et d'un petit cercle. On peut interpréter ce résultat en disant qu'une série de comètes périodiques, dont les éléments diffèrent de quantités de l'ordre du rayon de la sphère d'activité, est susceptible d'être rattachée, non pas à une série unique, mais à deux séries au moins de comètes paraboliques.

» Une conséquence de 1° et 2° est la solution de la question: Étant donné le groupe des comètes périodiques supposées capturées par Jupiter, se mouvant toutes dans le sens direct, qu'en peut-on conclure pour les comètes paraboliques initiales?

» Il résulte des suppositions admises que pour toutes les comètes considérées on doit avoir

$$r_1 = (1 - 2S) \cos 2\omega - \Phi \sin 2\omega > 0.$$

$\omega$  variant d'une comète à l'autre, on est conduit à poser

$$(1 - 2S)^2 - L_0^2 \sin^2 \sigma_0 < 1, \quad \text{d'où} \quad \cos^2 \sigma_0 > \frac{1 - (1 - 2S)^2}{L_0^2}.$$

On en conclut que les distances périhéliques des comètes paraboliques doivent être comprises entre  $\frac{r_1}{2}$  et  $r_1$  ( $r_1$  rayon de l'orbite de Jupiter).

» Ces résultats généraux, obtenus l'automne dernier, avaient besoin d'être précisés. En limitant le mouvement au cas du plan, j'ai donc étudié l'influence de la capture sur les éléments  $q$ ,  $\varpi$ , ... autres que ceux  $a$  et  $e$  considérés déjà par M. Tisserand. On trouve que pour les comètes capturées de sens direct, la distance périhélie diminue ( $q_1 < q_0$ ). D'autre part, si  $S > 0,207$ , l'aphélie fait nécessairement un angle aigu avec le rayon vecteur de Jupiter. En ce qui concerne l'excentricité  $e_1$ , il y a une difficulté venant de ce que, pour plusieurs des comètes connues, la limite inférieure trouvée pour  $e_1$  est trop grande.

» Pour éclaircir le doute qui pouvait tenir au défaut de précision des formules approchées, j'ai fait appel à l'intégrale de Jacobi, complétée par les termes du premier ordre dépendant de  $e'$  ( $\zeta'$  anomalie moyenne de Jupiter)

$$\frac{1}{a_1} + \frac{2\sqrt{a'}}{r'^2} \sqrt{p_1} + \frac{2e' \sin \zeta'}{\sqrt{p_1 a'}} e_1 \sin(l'_1 - \varpi_1)$$

$$= \frac{1}{a_0} + \frac{2\sqrt{a'}}{r'^2} \sqrt{p_0} + \frac{2e' \sin \zeta'}{\sqrt{p_0 a'}} e_0 \sin(l'_0 - \varpi_0),$$

laquelle peut se mettre sous diverses formes et redonne un résultat indiqué par M. Tisserand quand on néglige les termes en  $e' \sin \zeta'$ .

» Une difficulté d'un autre ordre était à considérer. Il ne suffit pas de montrer que les comètes périodiques peuvent être produites par la capture, il faut encore expliquer comment les comètes hyperboliques que la capture pourrait engendrer nous échappent. Si l'on admet  $\cos \sigma_0 < 0$  pour les comètes paraboliques avant la capture, il arrive, soit que la distance périhélie  $q_1$  est considérable ( $q_1 > 1,8$ ), soit que, après la capture, la comète, au lieu d'aller passer au périhélie, s'éloigne à l'infini sur la branche d'hyperbole. Il est donc tout naturel que les comètes hyperboliques nous échappent; mais il est vraisemblable que, avec les moyens dont on dispose, on finira par trouver des orbites nettement hyperboliques. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une transcendante remarquable découverte par M. Fredholm. Extrait d'une Lettre de M. MITTAG-LEFFLER à M. Poincaré.*

« Permettez-moi de vous exposer un résultat assez remarquable qui a été trouvé par un de mes élèves, M. Fredholm; je vous prie de le communiquer aux *Comptes rendus*, si vous trouvez cela opportun.

» Autant que je sache, toutes les fonctions qui n'existent que dans un certain domaine du plan et qui ont été étudiées jusqu'ici cessent d'exister, parce que les fonctions elles-mêmes ou leurs dérivées deviennent discontinues sur la frontière. M. Fredholm a trouvé, dans un des champs les plus connus de l'Analyse, une fonction qui est continue, ainsi que toutes ses dérivées, sur toute la frontière qui limite le domaine d'existence de la fonction.

» Écrivez la fonction  $\theta$  sous la forme

$$\sum_{\nu=-\infty}^{\nu-1} e^{\nu t + \nu \nu} = \sum_{\nu=-\infty}^{\nu-1} e^{\nu t + \nu \nu} = \sum_{\nu=0}^{\infty} e^{\nu t - \nu \nu},$$

et mettez

$$\varphi(t, \nu) = \sum_{\nu=0}^{\infty} e^{\nu t - \nu \nu}.$$

Si la partie réelle de  $\nu$  est négative, la fonction est une fonction uniforme de  $t$  pour toutes les valeurs de  $t$ , dont la partie réelle soit négative. La fonction, ainsi que toutes ses dérivées, sont des fonctions continues de  $t$  sur l'axe imaginaire. Mais cet axe imaginaire forme la limite du domaine d'existence de la fonction. Pour voir cela, vous n'avez qu'à faire l'observation que la fonction  $\varphi(t, \nu)$  satisfait à l'égalité

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \nu^2},$$

et de mettre

$$\begin{aligned} \varphi(t, \nu) &= p(t - t_0) \\ &= \varphi(t_0, \nu) + \left( \frac{\partial \varphi}{\partial t} \right)_{t=t_0} \frac{t - t_0}{1!} + \left( \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} \right)_{t=t_0} \frac{(t - t_0)^2}{2!} + \dots \\ &= \varphi(t_0, \nu) + \left( \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \nu^2} \right)_{t=t_0} \frac{t - t_0}{1!} + \left( \frac{\partial^3 \varphi}{\partial \nu^3} \right)_{t=t_0} \frac{(t - t_0)^2}{2!} + \dots, \end{aligned}$$

où  $t_0$  est un point sur l'axe imaginaire.

» D'après le théorème connu de M<sup>me</sup> Kowalevski la série  $p(t - t_0)$  ne peut être convergente, à moins que  $\varphi(t_0, \nu)$  soit une fonction entière rationnelle ou transcendante de  $\nu$ . Cela n'a pas lieu et la fonction  $\varphi(t, \nu)$  regardée comme fonction de  $t$  n'existe donc pas quand  $\nu$  est une constante dont la partie réelle ne soit négative que pour le domaine : partie réelle de  $t < 0$ .

» En mettant

$$e^t = x, \quad e^\nu = a, \quad |a| < 1,$$



( 629 )

vous obtenez une fonction de  $x$ ,

$$\sum_{\nu=0}^{\infty} a^{\nu} x^{\nu^2},$$

qui n'existe que pour  $|x| < 1$  et qui soit continue, ainsi que toutes ses dérivées, pour  $|x| = 1$ .

» Il est facile de voir qu'on peut beaucoup généraliser ce résultat obtenu par M. *Fredholm*. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les invariants d'une classe d'équations du premier ordre*. Note de M. Z. **ELLIOT**, présentée par M. Darboux.

« 1. L'équation différentielle

$$(1) \quad \frac{dy}{dx} = \frac{P_2}{P_1},$$

où les P désignent des polynômes en  $y$ , dont le degré est marqué par les indices, et dont les coefficients sont des fonctions quelconques de  $x$ , est un cas particulier d'une classe d'équations du premier ordre, dont les invariants ont été étudiés par M. Appell (1).

» Elles conservent la même forme quand on effectue un changement de fonction et de variable, défini par

$$y = ay_1 + b, \quad \frac{dx_1}{dx} = c,$$

$a, b, c$  désignant des fonctions quelconques de  $x$ . On peut profiter des fonctions  $a$  et  $b$  pour ramener l'équation à la forme réduite

$$(2) \quad \frac{dY}{dx} + 1 = \frac{H}{Y}.$$

I et H sont des invariants. Ils ne dépendent pas des fonctions  $a$  et  $b$ , et se reproduisent multipliés par  $\frac{1}{c}$  quand on effectue le changement de variable. Par une détermination convenable de la fonction  $c$ , on ramène l'équa-

---

(1) *Journal de Mathématiques*, 4<sup>e</sup> série, t. V.

( 630 )

tion (2) à la forme canonique

$$(3) \quad \frac{dY}{dX} + 1 = \frac{J}{Y},$$

où J est invariant absolu.

» Quand on effectue le changement de fonction  $y = \frac{\alpha y_1 - \beta}{\gamma y_1 - \delta}$ , où  $\alpha, \beta, \gamma, \delta$  sont des fonctions quelconques de  $x$ , l'équation (1) ne conserve pas sa forme primitive, à moins que l'on ne prenne pour  $\frac{x}{y}$  une solution particulière  $u$  de l'équation. On fait alors correspondre à l'équation (1) une autre équation de même forme, telle que l'intégration de l'une entraîne celle de l'autre. Les deux invariants de l'équation transformée ne dépendent pas des deux fonctions arbitraires qui entrent avec  $u$  dans la substitution. Ils ont pour valeur

$$(4) \quad I_1 = \frac{3H - 1u}{u^3} e^{-\int \frac{1}{u} dx}, \quad H_1 = \frac{H}{u^2} e^{-\int \frac{1}{u} dx}.$$

» Un cas simple d'intégrabilité est celui où J est de la forme  $kX$ ,  $k$  étant une constante. On réalise ce cas, en supposant que dans l'équation (2) le rapport de  $\left(\frac{H}{I}\right)'$  à I est égal à  $k$ . Écrivant cette condition pour les invariants  $I_1$  et  $H_1$  donnés par les formules (4), on trouve que l'on saura intégrer l'équation aux invariants I et H, si l'une de ses solutions particulières  $u$  satisfait à l'équation

$$(III' - III)u^3 - 2H^2u^2 + 6H^2Iu - 6H^3 = k(3H - 1u)^3.$$

» On simplifie ce caractère d'intégrabilité en l'appliquant à la forme canonique (3). On trouve ainsi des équations pour lesquelles

$$J = \pm \frac{3}{9} \frac{9k+3}{\sqrt{X}} + \frac{3}{9} [3(k+1) - X].$$

Cette valeur de J appartient à des équations de Jacobi, comme on le constate en réduisant une équation de Jacobi à la forme canonique.

» L'hypothèse  $k = 0$  qui répond au cas d'intégrabilité plus particulier  $\frac{H_1}{I_1} = \text{const.}$ , réduit la valeur de J à celle-ci

$$J = \pm \frac{4}{9\sqrt{X}} + \frac{3}{3} - \frac{2}{9} X.$$

que l'on trouve en ramenant à la forme canonique une équation de Jacobi pour laquelle l'équation caractéristique admet une racine double.

» 2. Lorsqu'on cherche les équations dont l'intégrale générale est

$$(y - A)^\alpha (y - B)^\beta (y - C)^\gamma = \text{const.},$$

A, B, C étant des fonctions de  $x$  et  $\alpha, \beta, \gamma$  des constantes, on trouve par la différentiation une équation du type (1), pourvu que  $\alpha + \beta + \gamma = 0$ . Les invariants I et H ne dépendent que d'une fonction arbitraire, comme on le voit en posant  $y = C + (A - C)y_1$ . On n'obtient de cette façon que des équations qui se déduisent de l'équation de Jacobi par un changement de la variable indépendante.

» Il n'en est plus ainsi pour les équations dont l'intégrale générale est de la forme

$$(5) \quad (y - A)^\alpha (y - B)^\beta (y - C)^\gamma (y - D)^\delta = \text{const.}$$

» L'équation différentielle correspondante rentre dans le type (1), si l'on a

$$(6) \quad \alpha + \beta + \gamma + \delta = 0, \quad \alpha A + \beta B + \gamma C + \delta D = 0.$$

» En posant  $y_1 = D + (A - D)y_2$ , on ramène l'équation à la forme

$$(y_1 - 1)^\alpha \left( y_1 - \frac{B - D}{A - D} \right)^\beta \left( y_1 - \frac{C - D}{A - D} \right)^\gamma y_1^\delta = \text{const.},$$

et les équations (5) entraînant la relation

$$\alpha + \beta \frac{B - D}{A - D} + \gamma \frac{C - D}{A - D} = 0,$$

on voit que les invariants I et H ne dépendront que d'une fonction arbitraire. Toutes les équations différentielles correspondantes se déduisent de l'une d'elles par un changement de la variable indépendante, et l'on peut se proposer de former celle qui admet quatre solutions particulières linéaires.

» En différentiant l'équation (5), où A, B, C, D sont supposées des fonctions linéaires de  $x$ , on trouve une équation de la forme

$$(7) \quad \frac{dy}{dx} = \frac{(mx - m_1)y^2 + (n_2x^2 + n_1x + n)y + p_2x^2 + p_1x + p}{(mx^2 - 2m_1x + m_1)y + n_2x^2 + q_2x^2 + q_1x + q}$$

qui admet effectivement quatre solutions linéaires si les constantes  $m, n, \dots$  satisfont aux conditions

$$\begin{aligned} pm + p_1 m_1 + p_2 m_2 &= 0, \\ nm + n_1 m_1 + n_2 m_2 &= 0, \\ qm + q_1 m_1 + q_2 m_2 &= nm_1 + n_1 m_2. \end{aligned}$$

» L'équation (7) appartient à la catégorie de celles pour lesquelles M. Darboux a montré qu'on peut déduire l'intégrale générale de la connaissance d'un nombre suffisant d'intégrales particulières algébriques. Si l'on représente par  $y = \alpha_i x + \beta_i$  ( $i = 1, 2, 3, 4$ ) les solutions particulières linéaires, l'intégrale générale peut être mise sous la forme

$$(y - \alpha_1 x - \beta_1)^{\rho_1} (y - \alpha_2 x - \beta_2)^{\rho_2} (y - \alpha_3 x - \beta_3)^{\rho_3} (y - \alpha_4 x - \beta_4)^{\rho_4} = \text{const.},$$

les rapports des exposants étant déterminés par les relations

$$\begin{aligned} \rho_1 + \rho_2 + \rho_3 + \rho_4 &= 0, \\ \rho_1 \alpha_1 + \rho_2 \alpha_2 + \rho_3 \alpha_3 + \rho_4 \alpha_4 &= 0, \\ \rho_1 \beta_1 + \rho_2 \beta_2 + \rho_3 \beta_3 + \rho_4 \beta_4 &= 0. \end{aligned}$$

PHYSIQUE. — *Relation entre le volume, la pression et la température de diverses vapeurs.* Note de M. CH. ANTOINE.

« Entre le volume  $v$ , la pression  $p$  et la température  $t$  des gaz et des vapeurs, l'expérience démontre que l'on a une relation telle que

$$pv = D(\beta + t),$$

dans laquelle on pose, pour abrégé,

$$\beta = A - Bp^{\frac{1}{2}}.$$

» Pour les vapeurs ci-après, en exprimant  $p, v, t$  en atmosphères, en litres, en degrés centigrades, à partir du zéro de la glace fondante, on a :

|                      | D.    | $\beta$ .                |
|----------------------|-------|--------------------------|
| Oxygène.....         | 2,565 | 273,8 — 1,10 $\sqrt{p}$  |
| Acide sulfureux..... | 1,343 | 270,6 — 1,400 $\sqrt{p}$ |
| Oxyde de carbone.... | 2,931 | 274,8 — 2,30 $\sqrt{p}$  |

|                       | D.    | $\beta$ .                |
|-----------------------|-------|--------------------------|
| Deutoxyde d'azote.... | 2,174 | 270,0 — 1,24 $\sqrt{p}$  |
| Acide chlorhydrique.. | 2,261 | 278,2 — 6,50 $\sqrt{p}$  |
| Eau .....             | 4,879 | 252,0 — 13,80 $\sqrt{p}$ |
| Éther.....            | 1,834 | 184,0 — 34,22 $\sqrt{p}$ |
| Chloroforme.....      | 0,718 | 270,5 — 15,94 $\sqrt{p}$ |
| Acétone.....          | 3,330 | 120,0 — 37,12 $\sqrt{p}$ |
| Chlorure de carbone.. | 1,000 | 150,0 — 45,84 $\sqrt{p}$ |
| Sulfure de carbone... | 1,505 | 209,0 — 34,29 $\sqrt{p}$ |

» Dans les Tableaux qui sont annexés à cette Note, je me propose d'analyser les travaux de Regnault, Hirn, Zeuner sur la dilatation, la compression et le volume de ces vapeurs.

» *Expériences de Regnault sur la compression de l'oxygène, l'acide sulfureux, l'oxyde de carbone, le deutoxyde d'azote, l'acide chlorhydrique.* — Dans ces expériences, la température était constante

$$\frac{pv}{p'v'} = \frac{\beta + t}{\beta' + t'}$$

pour  $p' > p$ , on a

$$\beta' < \beta.$$

Le rapport  $\frac{pv}{p'v'}$  n'est pas constant (comme l'admet la loi de Mariotte), il augmente avec la pression.

» Pour conserver une même valeur de  $pv$ , il faut surchauffer la vapeur. L'augmentation de température est donnée par la relation

$$\beta + t = \beta' + t', \quad \text{d'où} \quad t' - t = \beta - \beta'.$$

» Pour la vapeur d'eau, par exemple, en passant de 1<sup>atm</sup> à 2<sup>atm</sup>, on aurait

$$t' - t = (252,0 - 13,8) - (252,0 - 13,8\sqrt{2}) = 13,8(1,414 - 1) = 5^{\circ},71.$$

» *Calculs de Zeuner sur la dilatation de la vapeur d'eau sous pression constante.* — Pour  $p = p'$ , on a

$$\beta = \beta' \quad \text{et} \quad \frac{v}{v'} = \frac{\beta + t}{\beta + t'} = \frac{1 + \left(\frac{1}{\beta}\right)t}{1 + \left(\frac{1}{\beta}\right)t'}$$

( 634 )

» Le coefficient  $\alpha$  de dilatation, sous pression constante, est

$$\alpha = \frac{1}{\beta};$$

pour la vapeur d'eau, on a donc

$$\alpha = \frac{1}{252,0 - 13,8\sqrt{p}}.$$

» *Expériences de Hirn sur la vapeur d'eau surchauffée sous volume constant.*

— Pour  $v = v'$ , on a

$$\frac{pv}{p'v'} = \frac{p}{p'} = \frac{\beta + t}{\beta' + t'};$$

pour passer de la pression  $p$  à la température  $t$ , à une pression  $p'$ , il faudra une température

$$t' = \frac{p'}{p}(\beta + t) - \beta';$$

pour la vapeur d'eau

$$t' = \frac{p'}{p}(252,0 - 13,8\sqrt{p} + t) - (252,0 - 13,8\sqrt{p'}).$$

» *Calculs et expériences de Hirn sur la température qu'il faut donner à 1<sup>kg</sup> de vapeur d'eau pour avoir un volume quelconque, sous une tension donnée.* —

On a

$$pv = D(\beta + t),$$

d'où

$$t = \frac{pv}{D} - \beta;$$

pour la vapeur d'eau

$$t = \frac{pv}{4,879} - (252,0 - 13,8\sqrt{p}).$$

» *Calculs de Zeuner sur les volumes des vapeurs d'eau, éther, chloroforme, acétone, chlorure et sulfure de carbone.* — La relation

$$pv = D(\beta + t)$$

donne

$$v = \frac{D(\beta + t)}{p}.$$

» Le volume  $u$  du kilogramme de liquide est pratiquement négligeable devant le volume du kilogramme de vapeur. On peut, comme première

approximation, prendre comme volumes de la vapeur les valeurs  $v - u$ , qui ont été calculées par Zeuner. »

ÉLECTRICITÉ. — *Étude comparative du pouvoir inducteur spécifique et de la conductibilité d'espaces à air raréfié.* Note de M. JAMES MOSER.

« Dans ma Note du 24 février, j'ai démontré que l'air, qui conduit la décharge induite quand il est à la pression de 1<sup>mm</sup>, redevient isolant quand on pousse très loin la raréfaction. Il faut donc distinguer trois états de raréfaction : 1<sup>o</sup> le vide ordinaire (isolant); 2<sup>o</sup> le vide à 1<sup>mm</sup> (conducteur); 3<sup>o</sup> le vide extrême (isolant).

» Il était intéressant de mesurer le pouvoir inducteur spécifique de l'air à ces trois états. Sur ce point, on ne connaît que les recherches non encore terminées de la Commission de l'Association britannique, nommée en 1880, et composée de MM. Ayrton, Lodge, Gordon et Perry. Ces auteurs ont signalé des variations du pouvoir inducteur spécifique allant jusqu'à  $\frac{8}{1000}$  de sa valeur à la pression ordinaire.

» J'ai donc repris la question en me servant de l'appareil suivant :

» J'ai d'abord construit une bouteille de Leyde, formée d'un vase en verre à double fond et à double paroi; dans l'intervalle annulaire ainsi constitué, on pouvait faire le vide. Les faces internes du verre limitant la couche d'air furent recouvertes de deux couches d'argent formant les armatures, isolées l'une de l'autre et communiquant avec l'extérieur par des électrodes; la couche d'air formait le diélectrique.

» Avant de commencer les mesures comparatives, je m'étais assuré qu'il n'y avait pas de contact entre les deux surfaces d'argent. Je m'assurai également qu'une petite bobine d'induction y rendait lumineux le vide conducteur, tandis que la bobine produisait dans le vide extrême de fortes étincelles qui peuvent être considérées comme des décharges de convection.

» La pompe de Geissler communiquait avec cette bouteille de Leyde pour les mesures du pouvoir inducteur, et en même temps avec le système des deux tubes, décrit dans ma Note du 24 février, pour la détermination de la conductibilité et de l'état du vide. Un tube spectral de Geissler était en même temps en communication avec la pompe. En excitant ce tube par une bobine, on pouvait estimer l'état de raréfaction par son apparence, lorsque le manomètre ne montrait plus de dénivellation appréciable.

» J'avais donc une série d'espaces communicants remplis d'air de

pression et de température uniformes, où je déterminais, d'une part, la conductibilité et, d'autre part, le pouvoir inducteur de l'air qui les remplissait.

» Après avoir déterminé l'état de raréfaction, toutes les influences perturbatrices comme celle de la bobine furent éloignées. Puis le pouvoir inducteur fut mesuré. La capacité de la bouteille était de même ordre de grandeur que celle de l'arrangement électrométrique; d'après une série d'observations, celle-là était presque exactement la moitié de celle-ci. Les mesures pouvaient donc être exécutées suivant des méthodes connues, en chargeant et en déchargeant la bouteille à l'aide de piles constantes, d'un électromètre à quadrants (modèle Mascart-Carpentier) et d'une clef de Sabine.

» Dans une série d'expériences, les quadrants de l'électromètre étaient chargés par 5 éléments Latimer-Clark et la bouteille par une pile de 150 éléments de Volta, zinc, eau, cuivre.

» Mais en trouvant pour les trois états du vide la même déviation, savoir 198 divisions sur l'échelle, divisée en millimètres, je tâchai d'obtenir du moins une petite variation du pouvoir inducteur, qui dût correspondre à la variation rapide de la conductibilité. A cet effet je perfectionnai la méthode.

» La déviation de l'électromètre est la fonction d'un produit. Or j'augmentai autant que possible le facteur dont je voulais observer la variation, tout en conservant la valeur du produit. A cet effet, je chargeai la bouteille par une pile de Zamboni et les quadrants de l'électromètre par un seul élément Latimer-Clark. En prenant la précaution de charger la bouteille toujours exactement pendant une minute, j'observai pour les trois états du vide les déviations suivantes :

| I.                             | II.                           | III.          |
|--------------------------------|-------------------------------|---------------|
| A 10 <sup>mm</sup> de mercure. | A 1 <sup>mm</sup> de mercure. | Vide extrême. |
| 318                            | 318                           | 318           |
| 318                            | 320                           | 320           |
| 318                            | 320                           | 320           |

» Il s'ensuit qu'il n'y a *aucune variation du pouvoir inducteur* quand on change la raréfaction.

» En évitant toute hypothèse, je me borne à constater nettement cette différence des deux propriétés électriques des espaces à air raréfié, la variation de leur conductibilité et en même temps la constance de leur pouvoir inducteur. »



ÉLECTRICITÉ. — *Électrolyse d'un mélange de deux sels en dissolution aqueuse.* Note de M. L. HOULLEVIGNE, présentée par M. Mascart.

« Les faits les plus nettement connus sur ce sujet ont été établis par MM. Bouty, Magnus, Becquerel, Buff. Ce dernier, électrolysant un mélange d'acide chlorhydrique et d'acide sulfurique, a trouvé que les deux corps se décomposaient en proportions constantes, quelle que fût l'intensité du courant.

» J'ai repris l'étude de ce sujet en cherchant à le soumettre à des déterminations précises. Le liquide employé était un mélange de dissolutions aqueuses de sulfate de zinc et de sulfate de cuivre, ne formant pas de sel double, comme l'a montré M. Bouty par l'étude de la résistance. Il était contenu dans un manchon de verre de 75<sup>cm</sup> de long et 4<sup>cm</sup> de diamètre, fermé à une extrémité par un disque mobile de platine constituant l'électrode négative, et à l'autre par un bouchon; celui-ci laissait passer un tube à dégagement pour les gaz et un autre tube qui pouvait porter à des profondeurs variables dans l'électrolyte un disque de platine formant électrode positive.

» Le courant était fourni par une batterie d'accumulateurs dont un pôle était au sol, ainsi que le pôle positif de l'électrolyte. Le circuit était donc fermé par la terre. Entre l'électrode négative du manchon et les accumulateurs, on intercalait une boîte de résistances portant un galvanomètre shunté et un voltamètre à sulfate de cuivre. Enfin, du pôle négatif de l'électrolyte partait encore un fil se rendant à l'aiguille d'un électromètre Mascart; on obtenait ainsi le potentiel de cette électrode, c'est-à-dire la différence de potentiel entre les deux électrodes, puisque la seconde était au sol. La température fut, dans ces expériences, comprise entre 12° et 15°. L'électrolyse finie, on déterminait par des pesées le poids du laiton déposé; l'analyse de ce laiton en dissolution azotique se faisait par la méthode d'analyse des alliages indiquée par M. Riche.

» J'ai d'abord opéré à intensité variable, en maintenant la force électromotrice constante. On arrivait à ce résultat en faisant varier la distance des deux électrodes et agissant concurremment sur la boîte de résistances. Voici, comme exemple, les résultats de deux séries d'expériences :

» I. Liqueur contenant par litre 37<sup>gr</sup>,5 de zinc et 0<sup>gr</sup>,968 de cuivre.

On opère avec 9 accumulateurs; la différence de potentiel entre les deux électrodes est de 6<sup>v</sup>,94 :

|                       |        |        |        |        |        |
|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Intensité.....        | 0,0165 | 0,0247 | 0,0335 | 0,0396 | 0,0506 |
| $\frac{Zn}{Cu}$ ..... | 1,15   | 1,81   | 2,72   | 3,71   | 5,64   |

» II. Liqueur contenant, par litre, 48<sup>gr</sup>,1 de zinc et 2<sup>gr</sup>,30 de cuivre. Différence de potentiel entre les deux électrodes = 7<sup>v</sup>. Opéré avec 15 accumulateurs :

| Intensité. | Laiton. | Zinc.  | Cuivre. | $\frac{Zn}{Cu}$ . | $\gamma$ . |
|------------|---------|--------|---------|-------------------|------------|
| 0,0104     | 0,0491  | 0,0209 | 0,0282  | 0,74              | 0,67       |
| 0,0135     | 0,0606  | 0,0281 | 0,0325  | 0,86              | 0,88       |
| 0,0171     | 0,0654  | 0,0337 | 0,0317  | 1,07              | 1,07       |
| 0,0239     | 0,0983  | 0,0552 | 0,0431  | 1,28              | 1,31       |
| 0,0287     | 0,01615 | 0,0937 | 0,0678  | 1,38              | 1,43       |
| 0,0305     | 0,01329 | 0,0792 | 0,0537  | 1,47              | 1,47       |
| 0,0365     | 0,01632 | 0,1000 | 0,0632  | 1,58              | 1,57       |

» Le résultat immédiat de ces expériences est que, contrairement à la loi de Buff, la proportion des éléments mis en liberté varie rapidement avec l'intensité. Mais il faut remarquer que, dans l'expérience de Buff, il n'y a pas d'actions secondaires, tandis que, dans le cas actuel, on peut admettre qu'à l'électrolyse produite par le courant se superpose une réaction chimique du sulfate de cuivre sur le zinc de l'alliage déposé. En supposant que cette réaction s'effectue en quantité proportionnelle au temps, et admettant l'exactitude de la loi de Buff comme loi primitive du phénomène, on trouve, pour la composition du laiton obtenu après un temps  $t$ .

$$\frac{Zn}{Cu} = \frac{Z_0 \frac{I}{I_0} - \alpha t}{C_0 \frac{I}{I_0} + \alpha' \frac{e'}{e} t}$$

» Dans cette expression,  $Z_0$ ,  $C_0$ ,  $I_0$ ,  $\alpha$  sont des constantes,  $e$  et  $e'$  les équivalents du zinc et du cuivre. Si l'on suppose que toutes les électrolyses durent le même temps, ce qui est, à une exception près, le cas du Tableau II, cette relation est de la forme

$$\frac{Zn}{Cu} = \frac{A I - B}{A' I + B'}$$

où A, B, A', B' sont des constantes positives, dont deux sont arbitraires. On voit alors immédiatement que le rapport  $\frac{Z_n}{Cu}$  va en augmentant avec l'intensité I, comme l'indique l'expérience.

» Portons  $\frac{Z_n}{Cu} = y$  en ordonnées, et  $x = I$  en abscisses. La courbe est alors une branche d'hyperbole. Les valeurs de  $y$  annexées au Tableau II ont été calculées d'après la courbe

$$y = \frac{x - 44,3}{0,44x + 43};$$

on voit qu'elles diffèrent assez peu des valeurs de  $\frac{Z_n}{Cu}$  données par l'expérience.

» Dans une seconde série de déterminations, j'ai maintenu l'intensité constante et fait varier la force électromotrice. En opérant sur le mélange de composition définie au Tableau II, prenant comme source d'électricité neuf accumulateurs et définissant la composition du laiton par le quotient  $\frac{L}{C}$  du poids du laiton au poids du cuivre contenu, j'ai obtenu, entre autres résultats, ceux insérés aux deux Tableaux suivants :

## III.

| Intensité.    | Force<br>électromotrice. | Laiton.      | Cuivre.      | $\frac{L}{C}$ . |
|---------------|--------------------------|--------------|--------------|-----------------|
| amp<br>0,0110 | v<br>3,25                | gr<br>0,0260 | gr<br>0,0165 | 1,57            |
| 0,0110        | 4,78                     | 0,0263       | 0,0166       | 1,58            |
| 0,0108        | 5,45                     | 0,0251       | 0,0160       | 1,57            |
| 0,0103        | 6,40                     | 0,0245       | 0,0154       | 1,59            |
| 0,0109        | 6,55                     | 0,0254       | 0,0160       | 1,58            |

## IV.

| Intensité.    | Force<br>électromotrice. | Laiton.      | Cuivre.      | $\frac{L}{Cu}$ . |
|---------------|--------------------------|--------------|--------------|------------------|
| amp<br>0,0064 | v<br>2,85                | gr<br>0,0231 | gr<br>0,0215 | 1,079            |
| 0,0065        | 3,07                     | 0,0259       | 0,0229       | 1,131            |
| 0,0065        | 3,57                     | 0,0257       | 0,0228       | 1,127            |
| 0,0064        | 4,39                     | 0,0248       | 0,0220       | 1,127            |
| 0,0065        | 5,26                     | 0,0251       | 0,0224       | 1,121            |

» Il paraît résulter de l'examen de ces résultats que, à intensité constante, la composition du laiton obtenu est indépendante de la différence de potentiel entre les deux électrodes, sauf toutefois dans le voisinage

de la force électromotrice minimum pour laquelle le zinc commence à se déposer ('). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle préparation des bêtaïnes*. Note  
de M. E. DUVILLIER, présentée par M. Friedel.

« Les différentes méthodes de préparation des bêtaïnes fournissent toujours, outre ces bases, des produits secondaires qu'on sépare plus ou moins péniblement.

» Ainsi, l'action de la triméthylamine sur les éthers chlorés ou bromés fournit généralement d'assez bons résultats; mais la formation de la bêtaïne est accompagnée de celle d'hydrate de tétraméthylammonium, qui peut même devenir le produit principal de la réaction. C'est ce que j'ai observé en faisant agir la triméthylamine sur l'éther bromoisovalérique. Il se forme dans ces conditions, comme produit principal de l'hydrate de tétraméthylammonium, une notable quantité d'acide diméthylacrylique et seulement une très faible proportion de bêtaïne.

» L'action de la triéthylamine sur les éthers chlorés et bromés n'a donné de résultats satisfaisants à Hoffmann et à Bruhl qu'avec l'éther monochloracétique. Avec l'éther  $\alpha$ -monochloropropionique, Bruhl n'a pu obtenir de bêtaïne. Avec l'éther  $\alpha$ -bromopropionique, je n'ai pu obtenir que des traces de bêtaïne.

» En faisant agir l'iodure de méthyle sur un acide amidé, en présence de la potasse alcoolique, Griess a obtenu plusieurs bêtaïnes; mais, en faisant agir l'iodure d'éthyle sur les acides  $\alpha$ -amidopropionique et  $\alpha$ -amidobutyrique, en présence de la potasse alcoolique, je ne suis parvenu qu'à transformer ces acides en acides diéthylamidopropionique et diéthylamidobutyrique.

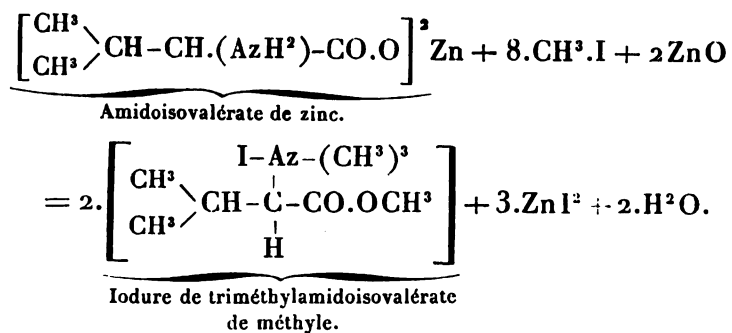
» Je suis arrivé à de très bons résultats en faisant agir un éther iodhydrique sur le sel de zinc des acides amidés en présence d'oxyde de zinc, procédé qui offre beaucoup d'analogie avec celui qui a permis à M. Schützenberger d'obtenir synthétiquement les leucines.

» *Bêtaïne valérique triméthylée*. — J'ai fait réagir en vase clos, de 100° à 110°, 4 parties d'iodure de méthyle, 1 partie d'amidoisovalérate de zinc et

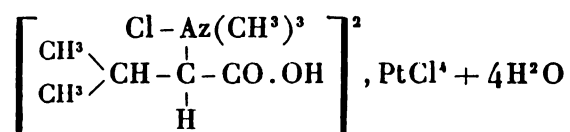
---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Montpellier.

1 partie d'oxyde de zinc, soit des proportions voisines de celles indiquées par l'équation suivante :



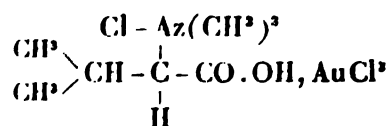
» Après seize ou dix-huit heures, l'amidovalérate et l'oxyde de zinc ont disparu et les matras renferment un liquide sirupeux dont l'eau sépare un éther dense, mais que l'eau saponifie avec la plus grande facilité. Il suffit, en effet, de faire bouillir pendant quelques instants, avec de l'eau, le produit de la réaction pour saponifier l'éther formé et entraîner la petite quantité d'iodure de méthyle employée en excès. On traite par le sulfure de baryum pour se débarrasser du zinc, puis exactement par l'acide sulfurique pour précipiter la baryte, enfin par l'oxyde d'argent pour éliminer l'iode, et l'on obtient un liquide qui, après traitement par l'acide chlorhydrique et addition de chlorure de platine, fournit un précipité de chloroplatinate peu soluble à froid, modérément soluble à chaud, qui cristallise très bien. Ce chloroplatinate est jaune, légèrement orangé. Il se dépose en prismes obliques transparents. Il est insoluble dans l'alcool et cristallise avec 2 molécules ou 4 molécules d'eau, suivant les circonstances. Soumis à l'analyse, il répond à la formule suivante :



|                         | Calculé. | Trouvé. |
|-------------------------|----------|---------|
| 4 H <sup>2</sup> O..... | 8,96     | 9,23    |
| Sel sec Pt.....         | 27,09    | 26,64   |

» Par enlèvement du platine par l'hydrogène sulfuré, on obtient un chlorure qui fournit, avec le chlorure d'or, un sel double peu soluble dans l'eau froide, modérément soluble dans l'eau chaude et qui cristallise

en paillettes rappelant l'iodure de plomb. Ce chloroaurate est soluble dans l'alcool, insoluble dans l'éther exempt d'alcool. Il est anhydre et l'analyse répond à la formule



|          | Calculé. | Trouvé. |
|----------|----------|---------|
| Au ..... | 39,41    | 39,19   |

» L'action de l'iodure de méthyle sur l'amidoisovalérate de zinc en présence de l'oxyde de zinc fournit d'excellents résultats; l'acide amidoisovalérique est presque totalement transformé et, en outre, il ne se forme pas d'hydrate de tétraméthylammonium, ce qui est important.

» Je m'occupe, en ce moment, de produire, par le procédé que je viens de décrire, d'autres bêtaines, et en particulier les bêtaines éthylées que je n'avais pu obtenir par les autres méthodes. Je me borne, pour le moment, à indiquer que l'iodure d'éthyle réagit aussi facilement sur le sel de zinc des acides amidés que le fait l'iodure de méthyle. Dans une prochaine Communication, j'aurai l'honneur d'entretenir l'Académie de la suite de ces recherches. »

**CHIMIE ORGANIQUE. — Dosage de l'acétone par l'iodoforme. Note de M. G. ARACHEQUESNE.**

« Tous les procédés de dosage de l'acétone sont fondés sur la réaction de Lieben. L'acétone se transforme en iodoforme en présence de l'iode et de la soude caustique. La formule théorique de la réaction est



» Les corps renfermant la molécule  $\text{CH}_3$  peuvent seuls donner lieu à la même réaction. Les méthylènes et acétones du commerce de qualité loyale ne renferment pas de ces corps; pourtant, l'alcool éthylique et l'aldéhyde pouvant y être introduits par fraude, il est nécessaire de s'en assurer préalablement par la méthode de M. Berthelot ou par celle de MM. Riche et Bardy.

» Une longue pratique de ces essais nous a permis de vérifier que toute l'acétone et l'acétone seule peut être transformée en iodoforme, mais à condition de la mettre en présence de quantités d'iode bien supérieures à celles indiquées par la théorie. Dans la réaction ci-dessus, outre l'iodure et l'acétate de sodium, nous avons constaté la présence d'iodate et de formiate, et probablement même de quelques sels à acides organiques. Les impuretés du méthylène commercial ne doivent pas y être étrangères.

» La première méthode indiquée pour les dosages et fondée sur cette réaction est celle de G. Krämer, détaillée dans l'*Agenda du chimiste* (année 1888, p. 423). Elle n'a jamais eu pour but que le dosage de l'acétone dans l'alcool méthylique destiné à la fabrication de la méthylaniline, produit devant renfermer au maximum 1 pour 100 d'acétone.

» Suivant la formule ci-dessus, les 5<sup>cc</sup> d'iode binormal indiqués par Krämer, soit 1<sup>gr</sup>, 27 d'iode, permettraient de doser dans 1<sup>cc</sup> de méthylène essayé

$$\frac{58 \times 1,27}{6 \times 127} = 0^{\text{gr}}, 0966 \text{ d'acétone}$$

correspondant à un méthylène d'une teneur de 12 pour 100.

» Or nous n'avons jamais pu obtenir des résultats concordants au delà d'une quantité de 0<sup>gr</sup>, 012 d'acétone par 1<sup>cc</sup>, soit sur des méthylènes renfermant au plus 1,5 pour 100 en poids.

» Nous conseillons donc :

» 1<sup>o</sup> D'employer telle quelle la méthode Krämer à l'alcool méthylique pur seulement;

» 2<sup>o</sup> Pour les méthylènes renfermant de 1,5 à 30 pour 100 d'acétone, employer la même méthode, mais en prenant un volume moindre, et proportionné à la richesse en acétone. Par exemple, pour les méthylènes de 20 à 30 pour 100, nous prenons 5<sup>cc</sup> que nous étendons par l'eau distillée à 500<sup>cc</sup>. Nous prélevons 5<sup>cc</sup> de ce mélange, soit 0<sup>cc</sup>, 05 du méthylène essayé. Le nombre trouvé, multiplié par  $\frac{100}{5}$  ou 20, donne le résultat cherché.

» Cette multiplication a le défaut de multiplier les erreurs, et, au delà de 30 pour 100, ne permet plus l'approximation à 1 pour 100 près.

» 3<sup>o</sup> Au-dessus de cette richesse, nous prenons 5<sup>cc</sup> du méthylène ou de l'acétone à doser, que nous amenons avec l'eau distillée à 50<sup>cc</sup>, puis nous prélevons 5<sup>cc</sup> de ce mélange, soit 0<sup>cc</sup>, 5 du méthylène essayé, que nous portons dans un ballon de 200<sup>cc</sup> environ, terminé en bas par une pointe fermée avec un caoutchouc et une pince de Mohr; nous ajoutons ensuite 10<sup>cc</sup>

de soude binormale et 5<sup>cc</sup> d'iode; après agitation, nous faisons une nouvelle addition dans les mêmes proportions de soude, puis d'iode, et nous continuons ces additions jusqu'au moment où l'on ne voit plus se produire de trouble d'iodoforme dans le liquide clair surnageant. Nous sommes ainsi certain d'avoir transformé complètement l'acétone.

» Le précipité d'iodoforme est ensuite facilement rassemblé par la pointe du ballon, d'où on le fait couler dans une burette de Mohr, dont on a garni le fond avec un petit tampon d'amianté qui retient le précipité en laissant écouler l'excès de liquide. Lorsque le précipité est ainsi rassemblé, on ferme le robinet de la burette, on dissout l'iodoforme dans 10<sup>cc</sup> d'éther et l'on pèse comme dans le procédé Krämer.

» Nous avons pu ainsi arriver à 0,5 pour 100 près dans des dosages de produits renfermant de 95 à 99 pour 100 d'acétone pure. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la callose, nouvelle substance fondamentale existant dans la membrane.* Note de M. LOUIS MANGIN.

« Les substances qui forment la membrane des cellules chez les végétaux peuvent être distinguées en deux groupes, d'inégale importance. Les uns, qu'on pourrait appeler *substances fondamentales*, existent dans la membrane dès son origine et se maintiennent à l'état de pureté dans un grand nombre de tissus adultes. Le second groupe, qu'on pourrait nommer *substances accessoires*, est constitué par des corps, pour la plupart mal définis, qui se mélangent intimement, par une sorte d'imprégnation, aux substances fondamentales, en masquant leurs caractères; on peut ordinairement, par un traitement convenable, débarrasser les tissus des substances accessoires et manifester, avec une grande netteté, les réactions des substances fondamentales dans la membrane non déformée. Au premier groupe appartiennent, avec la cellulose, les composés pectiques dont j'ai montré récemment l'importance (1). Au second groupe se rattachent les diverses variétés de lignine, de subérine, etc.

» En continuant mes recherches sur la membrane, j'ai reconnu l'existence d'une nouvelle substance fondamentale, que l'on ne connaissait jusqu'ici que dans les bouchons qui ferment les pores des tubes criblés pendant le repos végétatif. Je proposerai pour cette substance nouvelle, le nom

---

(1) *Comptes rendus*, février 1888, octobre 1889.



de *callose*, qui a l'avantage de rappeler son identité avec le cal des éléments libériens, sans faire préjuger sa nature ou ses fonctions chimiques.

» *Réactions de la callose.* — Je n'ai pas encore pu isoler la callose à l'état de pureté, de manière à établir sa composition chimique ; je me bornerai donc à signaler les réactions qui permettent de la distinguer de la cellulose ou des composés pectiques auxquels elle est souvent mélangée.

» La callose, incolore, amorphe, est insoluble dans l'eau, dans l'alcool, dans le réactif de Schweizer, même après l'action des acides ; très soluble dans la soude ou la potasse caustiques froides à 1 pour 100, soluble à froid dans l'acide sulfurique, le chlorure de calcium, le bichlorure d'étain concentrés ; insoluble à froid dans les carbonates alcalins, l'ammoniaque, qui la gonflent et lui communiquent une consistance gélatineuse. Les réactifs colorants de la callose sont, avec le bleu d'aniline et l'acide rosolique déjà recommandés par MM. Russow et de Janczewski pour l'étude du liber, certaines substances de la série des couleurs azoïques appartenant au groupe des benzidines, tolidines, etc. ; ces divers colorants peuvent servir aussi, comme je le montrerai prochainement, à caractériser la cellulose. Les réactifs iodés communiquent à la callose une teinte jaune.

» La callose est donc aussi nettement caractérisée que la cellulose et les composés pectiques ; elle ne représente pas un produit de décomposition de ces dernières substances ; car si l'on traite, de diverses manières, des tissus formés de cellulose ou de pectose, on n'y peut pas faire apparaître les réactions de la callose. L'insolubilité de cette substance dans le réactif cupro-ammoniacal, même après l'action des acides, la coloration jaune qu'elle donne avec l'acide phosphorique iodé ne permettent pas de la confondre avec la cellulose ; d'autre part, son insolubilité à froid dans l'ammoniaque et les carbonates alcalins, son inertie vis-à-vis des colorants des composés pectiques, permettent de la distinguer non moins nettement de ces derniers.

» *Répartition de la callose.* — L'examen sommaire de la répartition de la callose chez les végétaux justifiera, après l'exposé qui précède, la nécessité de distinguer cette substance des corps qu'elle accompagne souvent dans la membrane. J'ai d'abord signalé <sup>(1)</sup> la callose dans les grains de pollen de diverses Conifères, Cypéracées et Joncées, ainsi que dans les tubes polliniques où elle constitue les bouchons interrompant la cavité du

---

(<sup>1</sup>) *Observations sur la membrane du grain de pollen mûr (Bull. Soc. bot. de France; mai 1889).*

tube (*Plantago*, *Caltha*, etc.); parfois même, elle forme un revêtement continu à la face interne du tube pollinique (Narcisse). Un peu plus tard, j'ai rencontré (1) la callose dans les anthères en voie de développement, où elle constitue la paroi réfringente et temporaire des cellules-mères polliniques, qui se dissout au moment de la dissociation des grains de pollen dans les sacs polliniques. Tandis que la callose existe normalement dans certaines régions des organes reproducteurs chez les Phanérogames et les Cryptogames vasculaires, on ne la rencontre dans les appareils végétatifs, à l'exception du liber, qu'accidentellement et sous l'aspect d'amas irréguliers, épars au milieu des cellules (Vigne vierge, Glycérie).

» C'est surtout chez les Thallophytes que la callose acquiert une grande importance. Chez les Champignons, elle forme la membrane du mycélium et des organes de fructification dans les familles les plus diverses.

» Je me bornerai à signaler, parmi les nombreuses espèces étudiées, les exemples suivants : Péronosporées (*Cystopus candidus*, *C. cubicus*, *Peronospora viticola*, *P. Schachtii* etc.); Saprologniées (*Alchya*, *Dictyuchus*, etc.); Basidiomycètes (*Corticium*, *Polyporus igniarius*, *P. suberosus*, *Dedalea quercina*, etc.); Ascomycètes (*Bulgaria inquinans*, *Ascobolus furfuraceus*, *Oïdium*, *Rhytisma Acerinum*, *R. Onobrychis*, *Penicillium glaucum*, divers *Saccharomycètes*, etc.

» Chez les Lichens, la callose existe dans les filaments mycéliens, mais elle manque dans la membrane des gonidies (*Usnea*, *Ramalina*, *Physcia*, *Cetraria*, *Umbilicaria*, etc.); elle est moins fréquente chez les Algues, dont je n'ai pu encore étudier qu'un petit nombre d'espèces; j'ai néanmoins constaté sa présence dans les *Œdogonium*, *Ascophyllum nodosum*, *Laminaria digitata*, etc.

» Par contre, je n'ai pas encore réussi à la retrouver chez un certain nombre d'Urédinées, ainsi que dans le mycélium et les filaments fructifères des Mucorinées. Dans les plantes de cette dernière famille, elle constitue seulement la membrane diffuse des sporanges (*Mucor*, *Phycomyces*, *Rhizopus*, *Pilobolus*, *Chaetocladium*, etc.) ainsi que dans la membrane des spores.

» La callose paraît être à l'état de pureté dans la membrane des cellules-mères du pollen et dans la membrane du sporange des Mucorinées; dans le mycélium des Péronosporées, des Saprologniées, elle est intimement

---

(1) *Observations sur le développement du pollen.* (Bull. Soc. Bot. de France; juillet 1889.)

unie à la cellulose, à l'exclusion des composés pectiques ; enfin dans les Polypores, les *Dedalæa*, les tubes mycéliens, où la cellulose paraît manquer, sont formés de callose associée à des substances ayant les réactions des composés pectiques.

» Diverses circonstances masquent souvent l'existence de la callose dans les tissus : telles sont les différences d'état physique ou l'incrustation de substances étrangères. Ainsi la callose des cellules-mères polliniques, celle qui forme des amas irréguliers dans le mycélium ou les suçoirs des Péronosporées, présente l'état le plus altérable et le plus facile à caractériser. Dans le sporange des Mucorinées et le mycélium des Lichens, etc., la callose présente une plus grande résistance à l'action des dissolvants et fixe difficilement les réactifs colorants ; enfin dans les Polypores et le *Dedalæa*, elle offre une cohésion telle qu'on ne peut manifester sa présence qu'après des traitements longs et répétés.

» En terminant cette Note destinée à prendre date, je signalerai une importante application des propriétés de la callose, dans la recherche et la détermination des Champignons parasites, avant que leur présence se révèle, à l'extérieur, par les altérations de la plante hôte ou par leurs fructifications. J'aurai l'honneur d'entretenir prochainement l'Académie des résultats obtenus dans cette voie. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Dosage de la matière grasse dans le lait.*

Note de M. LEZÉ, présentée par M. Troost.

« Ce dosage est d'une importance capitale dans la pratique industrielle, et malheureusement on a manqué jusqu'à présent de méthodes rapides et pratiques permettant de faire cette détermination.

» Certains procédés de dosage demandent des manipulations longues ou délicates, ou exigent des appareils compliqués ; d'autres méthodes plus simples ne donnent que des résultats approximatifs, irréguliers ou même inexacts.

» La séparation de la matière grasse est entravée par la caséine, qui retient les globules de beurre. Si l'on dissout cette caséine dans un acide, la matière grasse se sépare assez vite, surtout à chaud, et vient surnager en gouttes huileuses à la surface du liquide.

» Cette séparation se fait plus rapidement si l'on soumet le liquide à la force centrifuge ; c'est ce que l'on fait au moyen de l'appareil nommé *lactocrite*, qui donne pratiquement des résultats parfaitement exacts.

» Mais cet appareil est d'un prix très élevé, et j'ai reconnu que l'on pouvait faciliter la séparation en saturant en tout ou en partie l'acide employé par un alcali, l'ammoniaque. L'opération réussit très bien avec l'acide chlorhydrique; elle est un peu moins facile avec l'acide acétique.

» Lorsqu'on chauffe à une température voisine de l'ébullition un mélange d'un volume de lait et d'un peu plus de deux volumes d'acide chlorhydrique, la liqueur, d'abord blanchâtre, devient rosée, rouge, et enfin brune. A ce moment, si l'on ajoute de l'ammoniaque étendue d'eau en continuant à chauffer, le précipité qui s'était formé change de teinte, et la matière grasse se sépare sous forme de gouttes huileuses, puis le liquide s'éclaircit, la séparation est complète.

» En préparant une assez grande quantité de cette matière grasse, je me suis assuré que ses propriétés étaient analogues à celles du beurre ordinaire : cette graisse fond entre  $+ 32^{\circ}$  et  $+ 33^{\circ}$ , et sa densité à  $+ 15^{\circ}$  est 0,93.

» L'application de ces réactions à un dosage pratique et rapide est des plus simples : on prend un ballon de verre dont le col allongé est gradué en centimètres cubes et dixièmes.

» On y verse un mélange préparé et agité d'avance, de 100 parties de lait pour 200 à 250 parties d'acide chlorhydrique pur et concentré, puis on chauffe jusqu'à ce que la liqueur soit devenue de couleur brune.

» On ajoute alors de l'ammoniaque diluée jusqu'à ce que le liquide s'éclaircisse; on remplit le ballon avec assez d'eau chaude pour que le niveau atteigne le haut de la graduation, et on lit directement le nombre de divisions occupées par la matière grasse qui se rassemble aussitôt et reste fondue dans le tube chaud.

» A la température de la fusion, ce beurre possède une densité voisine de 0,90; c'est par ce nombre qu'il faut multiplier le volume observé pour avoir le poids. On peut éviter cette correction en prenant un dixième de plus du lait à analyser, 110<sup>cc</sup> au lieu de 100<sup>cc</sup> par exemple : le volume observé donnera directement le poids pour 100<sup>cc</sup> ou par litre.

» Les résultats sont assez réguliers et satisfaisants pour la pratique industrielle; les manipulations sont simples et rapides.

» Avec cette méthode, on peut prélever des échantillons sur les lieux mêmes, ajouter l'acide chlorhydrique et apporter tous ces mélanges au laboratoire pour les analyser à l'occasion.

» On obtient d'assez bons résultats en opérant sur 44<sup>cc</sup> de lait et 100<sup>cc</sup> d'acide. Ce mélange devient de plus en plus rouge; à la température ordi-

naire, la réaction commence, mais elle est lente; on l'active en chauffant à la température de + 80° environ. »

MINÉRALOGIE. — *Sur de nouvelles formes de silice cristallisée.* Note de MM. MICHEL-LÉVY et MUNIER-CHALMAS, présentée par M. Fouqué.

« Les diverses formes de silice fibreuse ont été d'abord réunies sous le nom de *calcédoine* et considérées comme un mélange de quartz et de silice amorphe. En 1885, M. Rosenbusch (1) a proposé de réserver le nom de *calcédoine* aux fibres siliceuses toujours négatives suivant leur allongement; il considère d'ailleurs la calcédoine comme ayant un seul axe optique et une double réfraction *négative*; quant aux fibres siliceuses positives, il les attribue au quartz. En 1889, l'un de nous (2) a constaté que la calcédoine présente en lumière convergente un axe optique *positif*; dès lors, elle pouvait être considérée comme allongée transversalement à son axe de symétrie supérieure.

» Nos recherches ont porté sur les relations qui lient entre elles ces diverses formes; nous avons surtout utilisé les matériaux découverts par l'un de nous dans le bassin de Paris (3).

» I. *Calcédoine.* — On trouve, à Longpont et dans le crétacé supérieur de la Haute-Garonne (Propiary, Auzas), des orbicules composés d'une partie centrale de calcédoine, entourée par une zone concentrique de quartzine (que nous définirons plus loin), en rapport intime avec une couronne périphérique de cristaux de quartz.

» Une section suivant la face plane de ces orbicules, souvent aplatis, montre une succession de zones concentriques de calcédoine, alternativement éteintes ou donnant le maximum de biréfringence. Les parties éteintes sont sensiblement perpendiculaires à une bissectrice aiguë positive ( $n_g$ ); les axes présentent un écartement pouvant atteindre un angle vrai  $2V$  de 30°; le plan des axes est parallèle à l'allongement des fibres, qui coïncident par conséquent avec  $n_p$ . Les parties éclairées sont parallèles à  $n_g$ , qui a ainsi exécuté une rotation de 90° autour de l'allongement  $n_p$ .

(1) *Mik. Physiogr.* Stuttgart, 1885.

(2) *Tableaux des minéraux des roches.* Paris, Baudry; 1889.

(3) Voir plus loin p. 663.

jouant ici le rôle d'un axe binaire; ces parties présentent donc le **maximum** de biréfringence (0,009 à 0,010).

» II. *Quartzine*. — Elle est formée de lamelles fibreuses, positives suivant leur longueur; les sections parallèles à ces fibres ne présentent aucune partie éteinte; la biréfringence y atteint un maximum ( $n_g - n_p$ ) identique à celui de la calcédoine; dans les orientations les plus éloignées du plan des axes optiques ( $n_g - n_m$ ), la biréfringence ne descend pas au-dessous des  $\frac{2}{3}$  de ce maximum, soit 0,007.

» Les sections, tangentes aux orbicules et sensiblement perpendiculaires aux fibres, sont presque éteintes. Elles montrent en lumière convergente une bissectrice aiguë positive ( $n_g$ ), autour de laquelle deux axes optiques se présentent avec un écartement ( $2V$ ) allant jusqu'à 35° vrais. Dans ces sections tangentes, coupées à la limite de la couronne périphérique de quartz, on voit des groupements ternaires de quartzine composés de trois arêtes à 120°, déterminant trois secteurs finement striés suivant les bissectrices de ces angles.

» La partie centrale présente un axe optique unique positif; les secteurs montrent au contraire deux axes autour d'une bissectrice aiguë positive  $n_g$ ; la bissectrice obtuse  $n_p$  est parallèle aux traces des lamelles; elle correspondrait donc à la petite diagonale des losanges ébauchés par les arêtes. Ce sont là de vrais cristaux naissants de quartz.

» Il est remarquable que la quartzine constitue des groupements en éventail, partant d'angles rentrants, formés à la périphérie de la zone calcédonieuse, qui présente une succession de pointements réguliers d'environ 105°.

» III. *Quartz*. — Les faits qui précèdent nous paraissent démontrer que la calcédoine et la quartzine sont deux formes du même réseau, l'une allongée suivant  $n_p$ , l'autre suivant  $n_g$ . L'identité des biréfringences, du signe des bissectrices et de l'angle des axes optiques nous paraît confirmer cette appréciation.

» Il nous reste à étudier les groupements de ce réseau qui donnent naissance au quartz. Les quartz dans lesquels nous avons pu voir les fibres élémentaires sont constitués par des groupements ternaires de quartzine, dans lesquels l'axe  $n_g$  de ce minéral coïncide avec l'axe optique du quartz résultant. Cette disposition, que nous avons décrite plus haut, pouvait être prévue *a priori* eu égard à la presque identité de la biréfringence maximum du quartz avec celle du réseau composant.

» Elle vérifie également, d'une façon tout à fait remarquable, les prévisions que M. Mallard (1) a déduites de la polarisation rotatoire du quartz; car nous n'avons pu constater que l'existence d'un seul axe binaire ( $n_p$ ) du réseau élémentaire perpendiculairement à  $n_g$ , et par conséquent le groupement résultant est bien ternaire et non senaire.

» IV. *Lutécite*. — Dans le calcaire grossier supérieur de Clamart, on trouve les associations suivantes : 1° orbicules de quartzine, sous forme d'hémisphérolithe aplati; les sections basales montrent parfois huit secteurs principaux; 2° couronne de quartz orientés comme les faisceaux de quartzine auxquels ils correspondent; 3° cristaux de lutécite implantés sur les cristaux de quartz. La lutécite se présente sous forme de pyramides hexagonales surbaissées, accolées par leurs bases et séparées par une gouttière continue. L'hexagone n'est pas régulier; il est seulement symétrique par rapport à deux plans; l'hexagone comporte deux angles de 130° environ et quatre de 115°. Ces valeurs sont seulement approximatives, car les faces ne sont ni planes, ni brillantes : on les voit constituées par des pointements de lamelles groupées parallèlement aux arêtes de la pyramide. Les deux faces de cette dernière, perpendiculaires au plan de symétrie et opposées par le sommet, font entre elles un angle de 133° environ.

» Les diverses sections de lutécite montrent un assemblage complexe, dans lequel le réseau élémentaire a toujours sa bissectrice  $n_g$  très oblique sur l'axe pseudo-ternaire. Chaque pyramide est constituée par six secteurs limités par des plans passant par l'axe pseudo-ternaire et par les arêtes de la pyramide. Dans chacun de ces plans, existe un système de fibres faisant, avec l'axe pseudo-ternaire, un angle d'environ 73°; avec l'arête de la pyramide, un angle d'environ 46°. Une section perpendiculaire à l'axe pseudo-ternaire montre six secteurs présentant chacun deux séries de lamelles croisées.

» Les fibres lamelleuses ont leurs axes d'élasticité  $n_g$  et  $n_m$  compris dans le plan passant par l'arête de la pyramide et l'axe pseudo-ternaire;  $n_g$  fait avec ce dernier un angle de 36°, et avec une normale à l'arête un angle de 7°.

» La biréfringence, le signe de la bissectrice positive, l'écartement des axes optiques dans chaque réseau élémentaire sont identiques à ceux de la calcédoine ou de la quartzine. Mais l'allongement est différent, puisqu'il paraît compris dans le plan  $n_g$  et  $n_m$ , à 45° de  $n_g$ .

---

(1) *Cristallographie physique*, t. II, p. 314.

» On peut remarquer, à ce sujet, que le rhomboèdre primitif du quartz ( $94^{\circ} 15'$ ) est assez voisin d'un cube, et que des axes multiples de symétrie pseudo-ternaires devraient faire entre eux un angle voisin de  $70^{\circ} 32'$ ; l'allongement apparent des fibres du réseau élémentaire de la lutécite est en effet à  $73^{\circ}$  environ de l'axe pseudo-ternaire de ce groupement; mais la position de  $n_g$  ne permet pas d'assimiler complètement ce réseau à celui qui entre dans la composition du quartz. »

MINÉRALOGIE. — *De la solubilité de quelques substances dans l'eau de mer.*  
Note de M. J. THOULET.

« Le procédé dont je me suis servi pour mesurer la solubilité de diverses substances dans l'eau de mer consiste à pulvériser la substance et à la trier en grains égaux par un double tamisage à travers deux tamis calibrés, à la dessécher complètement et à en peser deux portions à peu près égales.

» L'une de ces portions a été placée dans un flacon de 1<sup>lit</sup>, bouché à l'émeri, et mise en contact avec un volume connu d'eau de mer ( $700^{\text{cc}}$  à  $750^{\text{cc}}$ ) filtrée; chaque jour on agitait; chaque semaine, on vidait l'eau à l'aide d'un filtre siphon, *per ascensum*, et on la remplaçait par de l'eau nouvelle. Après une durée d'immersion suffisante, on remplaçait l'eau de mer par de l'eau distillée, mais en même temps, dans des conditions absolument identiques, on soumettait la seconde portion de la substance au même traitement, au contact d'eau distillée, en même quantité et provenant du même récipient; chaque semaine, on changeait l'eau dans les deux flacons et on la remplaçait par de l'eau nouvelle. On a filtré une dernière fois, recueilli les deux poudres qu'on a desséchées et pesées. De la perte de poids dans l'eau de mer et dans l'eau douce on retranche la perte de poids dans l'eau douce seule, la différence donne la solubilité dans l'eau de mer.

» Dans des expériences analogues (*Comptes rendus*, t. CVIII, p. 753; 1888) j'avais été gêné par un développement d'algues. Cette fois, j'ai opéré dans des flacons recouverts d'étoffe noire et maintenus sous une cloche opaque en carton. En se mettant ainsi à l'abri de toute lumière, il ne s'est point formé d'algues.

» Le diamètre moyen des grains de ponce, de coquilles et de corail était de  $0^{\text{mm}}, 85$ ; celui des globigérines, mesuré au microscope, était de  $0^{\text{mm}}, 30$ . L'eau de mer, de densité égale à 1,0253 à  $11^{\circ}$ , a été recueillie dans la



Manche, au large de Fécamp; la perte, rapportée à la superficie des grains, a été calculée en supposant ces grains sphériques et égaux.

» Les résultats obtenus montrent que la solubilité dans l'eau de mer, très faible par elle-même, est en outre notablement plus faible que la solubilité dans l'eau douce. On se rappelle que l'eau douce contient toujours de l'acide carbonique, tandis que l'eau de mer est alcaline.

|  | Ponce.             | Coquilles.           | Corail.          | Globigérines.    |             |
|--|--------------------|----------------------|------------------|------------------|-------------|
| Durée de l'immersion dans l'eau de mer et dans l'eau douce...          | du.....            | 4 avril 89           | 26 oct. 89       | 26 oct. 89       | 26 oct. 89  |
|  | au.....            | 9 août 89            | 15 févr. 90      | 15 févr. 90      | 15 févr. 90 |
| Quantité d'eau employée.....   | salée.....         | 10550 <sup>cmc</sup> | 8450             | 8450             | 8450        |
|  | douce.....         | 2780 <sup>cmc</sup>  | 3550             | 3550             | 3550        |
| Durée de l'immersion dans l'eau douce...                               | du.....            | 18 juil. 89          | 18 janv. 90      | 18 janv. 90      | 18 janv. 90 |
|  | au.....            | 9 août 89            | 15 févr. 90      | 15 févr. 90      | 15 févr. 90 |
| Quantité d'eau douce employée.....                                     |                    | 2780 <sup>cmc</sup>  | 3550             | 3550             | 3550        |
|  |                    |                      |                  |                  |             |
| Température.....   | maximum.....       | 29°,0                | 20°,0            | 20°,0            | 20°,0       |
|  | minimum.....       | 11°,5                | 3°,0             | 3°,0             | 3°,0        |
|  | moyenne.....       | 20°,5                | 12°,4            | 12°,4            | 12°,4       |
| Eau de mer et eau douce.....   | Poids initial..... | 1,7804               | 4,3045           | 5,6054           | 1,6349      |
|  | Poids final.....   | 1,7439               | 4,2285           | 5,4815           | 1,5768      |
|  | Perte par gramme.  | 0,0205               | 0,0176           | 0,0221           | 0,0355      |
| Eau douce.....   | Poids initial..... | 1,7633               | 4,2948           | 5,6251           | 1,6365      |
|  | Poids final.....   | 1,7408               | 4,2244           | 5,5191           | 1,5840      |
|  | Perte par gramme.  | 0,0128               | 0,0164           | 0,0185           | 0,0321      |
| Différence ou solubilité dans l'eau de mer par gramme et par jour..... |                    | 0,0000733            | 0,0000142        | 0,0000429        | 0,0000405   |
| Solubilité dans l'eau de mer par jour et par décimètre carré.....      |                    | 0,000105             | 0,000039         | 0,000201         | 0,000137    |
| Solubilité dans l'eau douce par jour et par décimètre carré.....       |                    | 0,000832             | 0,001843         | 0,003014         | 0,003091    |
| Observations.....  | ( <sup>1</sup> )   | ( <sup>2</sup> )     | ( <sup>3</sup> ) | ( <sup>4</sup> ) |             |

(<sup>1</sup>) Ponce de Lipari.

(<sup>2</sup>) Coquilles de *Pectunculus pilosus* et de *Cardium edule* en portions à peu près égales, prises au bord de la mer et ayant déjà quelque peu subi l'influence des agents atmosphériques; elles contiennent 92,72 pour 100 de carbonate de chaux.

(<sup>3</sup>) Corail mort du genre *Cladocora*.

(<sup>4</sup>) Globigérines recueillies par S. A. S. le prince de Monaco à bord de l'*Hirondelle*. L'échantillon portait les indications suivantes : n° 20, 14 juillet 1888, 3° tamis, n° définitif de station 184, chalut prof. 1850<sup>m</sup>, 40°5' lat. N., 29°48' long. W.; il était entièrement composé de débris calcaires de Foraminifères : *Globigerina*, *Orbulina*, *Textularia*, *Cristellaria*, *Hyperammia*, *Trochammina*, etc.

» Il n'a pas été tenu compte de la porosité des substances parce que l'on a admis que l'eau contenue dans les pores ne tardait pas à se saturer et ne se renouvelait point. »

ZOOLOGIE. — *Sur le développement des Éponges siliceuses et l'homologation des feuilletés chez les Spongiaires.* Note de M. YVES DELAGE, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« La larve libre des Éponges siliceuses est décrite comme une petite Morula de forme ovoïde, formée d'une couche superficielle de petites cellules ciliées ectodermiques, et d'une masse centrale où l'on a cherché à distinguer un endoderme et un mésoderme. Souvent la couche ectodermique est incomplète et laisse la masse centrale faire hernie au pôle postérieur. On admet, en général, qu'après la fixation les cellules externes perdent leurs cils et forment l'épiderme, tandis que l'endoderme forme les canaux et les corbeilles, et le mésoderme les tissus intermédiaires. Goette a cherché à démontrer que, chez *Spongilla*, l'ectoderme larvaire est rejeté et que tous les tissus sont formés par le noyau central endodermique, opinion réfutée dernièrement par Maas.

» Chez *Esperella*, les cellules ciliées ne constituent pas la couche superficielle du corps. Elles sont très longues, très étroites, et leur noyau est rejeté vers la base. Il y a donc entre la couche des noyaux de ces cellules et la surface une zone assez large. Dans cette zone se trouvent des cellules beaucoup plus grosses que les ciliées et arrondies. Ces cellules, bien que nombreuses, ne se touchent pas par leurs bords et forment une couche discontinue. Les cellules ciliées ne sont pas véritablement externes. Elles insinuent seulement leur col allongé et flagellifère entre les cellules périphériques, pour servir, par le jeu de leurs cils, à la locomotion de la larve. Les cellules ciliées représentent l'endoderme, et les cellules externes l'ectoderme, comme le prouve le développement ultérieur. Le pôle nu est limité à la surface par plusieurs assises de grosses cellules, contenant chacune une vacuole et que je considère, malgré la différence d'aspect, comme sœurs des cellules précédentes, et représentant l'ectoderme à ce niveau. Chez *Reniera*, elles forment même une rangée épithéliale continue et sont cubiques et massives. La masse centrale est formée de cellules, parmi lesquelles je signalerai seulement ici les cellules mères des spicules, de nombreuses cellules conjonctives et de gros éléments à noyau clair, à nucléole volumineux, qui sont les cellules mères des corbeilles.

» La larve se fixe par un point *quelconque* de la surface ciliée : souvent par le pôle antérieur, jamais par le pôle nu. Dès qu'elle est devenue immobile, les cellules ectodermiques gagnent la surface où elles se soudent en une membrane continue; les endodermiques perdent leur cil, rétractent leur protoplasma autour du noyau et se retirent vers l'intérieur. Les *corbeilles ciliées* se forment bien, comme Goette l'a vu, aux dépens d'une seule cellule, mais par un processus différent de celui qu'il indique et, à mon sens, plus rationnel. D'après Goette, les cellules mères contiennent, outre leur noyau, des granulations vitellines qui, modifiant leur composition chimique, se transforment en noyaux cellulaires et se séparent, emportant une petite masse de protoplasma maternel. J'ai pu constater, au contraire, que les noyaux proviennent de la division du noyau primitif. Les cellules filles se groupent en sphère creuse et développent leurs cils et leurs collerettes. Pendant ce temps, l'Éponge augmente de volume, et dans la masse centrale se creusent des lacunes qui peu à peu s'agrandissent, se régularisent et arrivent à former les canaux. Les petites cellules, jadis ciliées, se disposent autour de ces lacunes pour les tapisser. Ce sont donc elles qui forment le revêtement des canaux de l'Éponge. D'abord massives, elles s'étalent au fur et à mesure que les canaux, en s'agrandissant, leur offrent une plus grande surface à tapisser, et elles finissent par prendre l'aspect d'un revêtement endothélial. Dès que les canaux ont acquis leur épithélium, les corbeilles s'ouvrent à leur intérieur, par simple soudure au canal le plus voisin et déhiscence au niveau de la soudure. Un système de lacunes superficielles forme la cavité sous-dermique. Le plancher de cette cavité a le même revêtement cellulaire que les canaux, mais la voûte est tapissée de cellules ectodermiques. Cette voûte comprend deux couches de cellules ectodermiques, séparées par quelques éléments conjonctifs. Les oscules se forment sur les bords de l'Éponge, et les pores sur le reste de la surface, par simple déhiscence, entre deux ou trois cellules contiguës.

» En somme, il résulte de ces observations que :

- » 1° Il existe une couche cellulaire externe spéciale qui devient l'ectoderme;
- » 2° Les cellules ciliées représentent l'endoderme; elles rentrent à l'intérieur et tapissent les canaux (1).
- » Cette interprétation fait disparaître la différence radicale et incompré-

---

(1) J'entends ici ectoderme et endoderme par rapport au Spongiaire adulte; car, pour l'homologation avec les Métazoaires, je pense, avec Balfour, que les termes de la comparaison doivent être renversés. Il semble évident que les cellules granuleuses de l'*Amphiblastula* sont l'endoderme primitif, et les cellules ciliées l'ectoderme. L'invagination temporaire des cellules granuleuses dans les ciliées est sans doute un rappel d'un processus ancestral abandonné. Je puis ajouter que, chez mes larves, j'ai vu souvent se produire une invagination passagère du pôle nu, et je considère ce phénomène comme représentant, sous une forme plus atténuée, la pseudo-invagination de l'*Amphiblastula*.

hensible entre les Éponges calcaires et les siliceuses. Chez les premières : les cellules granuleuses du pôle postérieur forment l'ectoderme et les cellules ciliées l'endoderme. Chez les siliceuses, l'inverse était admis. Les faits découverts chez *Esperella* montrent que les processus sont au fond semblables dans les deux groupes. On peut considérer la larve de notre Éponge siliceuse comme une larve de *Sycon*, par exemple, qui, au lieu d'être vide, aurait développé de bonne heure un volumineux mésoderme remplissant tout le corps, et dont l'ectoderme, au lieu d'être localisé au pôle postérieur, s'étendrait sous la forme d'une couche à éléments dissociés dans toute la région ciliée. Comme une invagination régulière est rendue impossible par la présence du noyau central, les cellules ciliées s'enfoncent isolément, rompant les rangs en quelque sorte, pour reprendre plus tard leur disposition épithéliale à l'intérieur du corps.

» Quant aux cavités des corbeilles, leur mode de formation ne permet pas de les considérer comme endodermiques. Elles ne sont point une partie d'un archenteron ou d'une cavité primitive quelconque de la larve. Elles se forment à la manière de petites lacunes schizocéliques, par écartement d'éléments contigus. D'autre part, les cellules mères sont complètement distinctes de l'endoderme et ont exactement la situation des éléments mésodermiques ; je me vois ainsi obligé de rattacher les corbeilles elles-mêmes au mésoderme. La conception nouvelle de l'Éponge siliceuse résultant de ces recherches serait donc la suivante : un ectoderme formant le revêtement extérieur, les canaux tapissés par l'endoderme, tout comme chez les calcaires, et, en outre, sur le trajet des canaux, les corbeilles, petites cavités schizocéliques tapissées par des cellules mésodermiques différenciées.

» Je ne me dissimule pas que cette manière de voir soulève une grave objection : aussi me garderai-je d'être trop affirmatif sur le dernier point. Si vraiment les corbeilles des Éponges calcaires et de certaines siliceuses se développent par des diverticules d'une membrane endodermique, elles sont endodermiques. Comment alors celles des *Spongilla*, *Reniera*, *Esperella* et d'autres sans doute pourraient-elles appartenir au mésoderme ?

» Cette question réclame de nouvelles recherches. Il s'agira de vérifier si, chez les calcaires et chez certaines siliceuses, les corbeilles se forment vraiment par des diverticules endodermiques ; et, dans le cas de l'affirma-

(<sup>1</sup>) Je parle ici seulement des formes à *Amphiblastula*, laissant de côté pour le moment les *Ascetta* qui, sous certains rapports, forment un terme de transition et dont l'évolution ne me paraît pas suffisamment connue.

tive, si chez les *Reniera*, *Spongilla*, *Esperella* et autres semblables, les premiers phénomènes du développement n'autoriseraient pas, malgré l'apparence, à rattacher à l'endoderme les cellules mères des corbeilles vibratiles (Roscoff, juillet, août et septembre, 1889). »

ZOOLOGIE. *Mécanisme physiologique de l'éclosion, des mues et de la métamorphose chez les Insectes orthoptères de la famille des Acridides.* Note de M. J. KUNCKEL D'HERCULAI, présentée par M. Blanchard.

« Les phénomènes qui caractérisent les différents stades de la vie évolutive des Insectes ont de tout temps attiré l'attention des naturalistes; mais, frappés par les modifications souvent considérables que subissent les formes extérieures, ceux-ci se sont particulièrement attachés à décrire et à figurer ces changements apparents, sans se préoccuper de rechercher les causes qui les déterminent.

» Cependant les belles observations de Réaumur (1738) sur le mécanisme singulier de l'éclosion des Mouches, observations confirmées et complétées par plusieurs naturalistes (von Gleichen, 1766; Reissig, 1855; Weismann, 1864; Th. Lowne, 1870; J. Künckel d'Herculais, 1875), auraient dû faire soupçonner que les stades évolutifs dans chacun des groupes de la classe des Insectes pouvaient présenter des particularités physiologiques inattendues.

» Les Muscides ont en effet la faculté de transformer leur région frontale en une ampoule qu'elles font saillir ou qu'elles rétractent à volonté, et à l'aide de laquelle elles exercent une forte pression sur la paroi antérieure de la puppe pour en déterminer la rupture. Nous avons établi par l'observation et l'expérience que le gonflement de l'ampoule était obtenu non pas par pression de l'air chassé des trachées, mais par afflux de sang lancé de la cavité générale par la contraction des muscles thoraciques et abdominaux (1).

» Chargé de la direction du service d'étude et de destruction des Acridiens migrants, *vulgo* Sauterelles, en Algérie, j'ai suivi le cycle évolutif de l'Acridien ravageur par excellence, le *Stauronotus maroccanus* Thunberg; c'est ainsi que j'ai été amené à découvrir le mécanisme physiologique de l'éclosion, des mues et des métamorphoses.

---

(1) JULES KUNCKEL D'HERCULAI, *Recherches sur l'organisation et le développement des Volucelles*, p. 77 et suiv.; Paris, 1875.

« Je me suis attaché tout d'abord à observer la sortie des jeunes Acridiens de leur coque ovigère : pour cela, isolant des coques dans des tubes de verre, j'ai pu suivre, au lever du jour, toutes les phases de l'éclosion. Chaque coque est fermée par un couvercle admirablement adapté : six ou sept jeunes, réunissant leurs efforts, le font sauter en le projetant parfois à plusieurs centimètres ; et cependant, ils ne peuvent faire usage des outils que la nature mettra plus tard à leur service : mandibules tranchantes, pattes robustes garnies d'épines et terminées par de forts crochets : ils sont encore soigneusement emmaillottés. Si on les examine attentivement, on reconnaît qu'ils ont la faculté de faire saillir de la région dorsale, entre la tête et le prothorax, une ampoule qu'ils gonflent ou rétractent à leur guise. C'est à l'aide de cette ampoule cervicale qu'ils soulèvent la porte de leur demeure. Mais là ne s'arrête pas le rôle de cet appareil : il leur donne le moyen de renverser les obstacles qui s'opposent à leur passage pour arriver au jour ; bien plus, il leur permet de modifier à leur gré le volume de chacune des régions du corps, et, de la sorte, leur donne la facilité de passer à travers les fissures du sol les plus étroites, de sortir de leurs coques ovigères, au couvercle obturé, par une fente faite au canif, de s'échapper des boîtes par des trous imperceptibles. Le rôle de l'ampoule cervicale est encore plus important : aussitôt qu'ils sont parvenus à la lumière, les jeunes Acridiens muent ; c'est en gonflant l'ampoule qu'ils rompent la membrane qui les enveloppe, et c'est en emmagasinant le sang dans sa cavité qu'ils diminuent le volume des autres parties du corps et détachent cet amnios ; les mouvements de contraction des muscles achèvent de le conduire à l'extrémité du corps. Ainsi délivrés, les jeunes Acridiens peuvent alors faire usage de leurs membres pour la marche, le saut, et ont la libre disposition de leurs antennes et de leurs pièces buccales.

« Rentré en France, je me suis préoccupé de savoir si les faits que j'avais observés étaient consignés dans les beaux travaux des naturalistes américains sur les Acridiens ravageurs des États-Unis. Je me suis assuré que M. Riley, dans les différentes descriptions qu'il donne du processus de l'éclosion, ne signale pas l'ampoule cervicale et par conséquent ne parle pas de ses importantes et multiples fonctions ; pour lui, ce sont les pattes qui jouent le principal rôle (1). M. Packard a vu le gonflement

---

(1) « The Latching of a continued series of undulating contractions and expansions of the several joints of the body, and with the motion there is slight but constant

et l'expansion de la membrane unissant la tête et le prothorax ; mais, s'il lui attribue la faculté de rompre la coque de l'œuf et l'amnios, il le fait avec quelques restrictions (1), bien qu'il s'attache à réfuter l'opinion de M. Riley.

» D'après mes observations, il ne peut y avoir aucun doute sur le rôle exclusif de l'ampoule cervicale ; les dessins que j'ai exécutés, en prenant la nature sur le fait, en fournissent la démonstration ; les pattes, encore molles et emmaillottées, sont immobilisées et absolument impropres à aucun usage.

» Connaissant le mécanisme de l'éclosion et de la première mue, j'ai recherché si ce mécanisme n'était pas mis en jeu par les Acridides à tous les stades de leur évolution ; j'ai constaté qu'à chaque nouvelle mue et lors de la métamorphose complète, la membrane unissant en dessus la tête et le prothorax avait la faculté de se distendre et de constituer une ampoule cervicale. Cette ampoule, en se gorgeant de sang, exerce sur la région dorsale du tégument une violente pression qui en détermine la rupture.

» L'ampoule cervicale joue donc chez les Acridides le même rôle que l'ampoule frontale chez les Muscides ; mais elle a des attributions plus complètes, puisqu'elle entre en action lorsque le jeune est encore enfermé dans l'œuf et fonctionne à tous les stades du développement. »

GÉOLOGIE. — *Sur les grandes dunes de sable du Sahara.*

Note de M. G. ROLLAND, présentée par M. Fouqué.

« La formation des grandes dunes de sable du Sahara représente le plus important des phénomènes actuels sur cette partie du globe.

---

friction of the tips of the jaws and of the sharp tip of the hind tibial spines, as also of the tarsi claws of all the legs against the shell, which eventually weakens between the points *d* and *e* (fig. 22), and finally gives way there (4). »

(1) « This action probably begins before the shell is burst, and seems amply sufficient to burst the chorion » et il ajoute plus loin : « The distension of this part probably ruptures the skin (b). »

(\*) CH.-V. RILEY, *Ninth annual Report of the noxious, beneficial and other Insects of the State of Missouri*. Jefferson City, p. 89; 1877. — *The Locust Plague in the United States*. Chicago, 1877, et autres publications.

(b) A.-S. PACKARD, *Report on the Rocky Mountain Locust (Ninth Annual)*, p. 632 et 634. — *Report of the United States Geol. and Geog. Survey*. Washington, 1877. — Voir également C.-M. RILEY, A.-S. PACKARD, CYRUS THOMAS, *First annual Report of the United States Entomological commission for the year 1877, relat. to the Rocky Mountain Locust*. Washington, p. 278 et 279; 1878.

» Dans une Note que j'ai présentée en 1881 à l'Académie des Sciences <sup>(1)</sup> et que j'ai développée ensuite dans le *Bulletin de la Société géologique* <sup>(2)</sup>, puis, plus complètement, dans *la Nature* <sup>(3)</sup>, j'ai cherché à établir nettement les lois principales qui président à la formation et au régime des grandes dunes du Sahara et des régions désertiques, en général. Je les résumerai de nouveau ici par l'énoncé des cinq propositions suivantes :

» 1<sup>o</sup> *Les dunes sont de formation contemporaine, et leurs éléments proviennent de la désagrégation des roches sous les influences atmosphériques et sous les effets du climat saharien* (dans le Sahara algérien, elles proviennent surtout des terrains d'atterrissement ; dans le désert libyque, des grès de Nubie, etc.).

» 2<sup>o</sup> *L'amoncellement des sables des grandes dunes du Sahara est dû entièrement au vent* (dont le rôle prédominant était contesté par la plupart des géologues qui se sont occupés du Sahara).

» 3<sup>o</sup> *Il y a relation, directe ou indirecte, entre les chaînes de grandes dunes et le relief du sol* (la direction des chaînes étant indépendante de l'orientation des dunes élémentaires), *et c'est le relief qui est la cause première de l'amoncellement des sables en certains endroits déterminés.*

» 4<sup>o</sup> *Le va-et-vient des sables, sous l'action alternative des courants atmosphériques, se traduit finalement par un transport suivant la direction de la résultante mécanique des vents, et cette direction est indiquée par les emplacements des grandes dunes par rapport aux régions qui les alimentent* [dans l'ensemble du Sahara algérien, et sauf exceptions locales, elle est dirigée du nord-ouest au sud-est <sup>(4)</sup>].

» 5<sup>o</sup> *Les grandes dunes ne sont pas, à proprement parler, mobiles, mais présentent une progression lente suivant la résultante mécanique des vents.*

» De ces cinq lois principales, la troisième, celle qui a trait à la relation entre les chaînes de dunes et le relief du sol, a été contestée par M. le capitaine du Génie Courbis dans un Mémoire fort intéressant sur *Les dunes et les eaux souterraines du Sahara*, présenté le 7 mars dernier à la Société de Géographie par M. le général Derrécagaix, Directeur du Service géographique de l'armée <sup>(5)</sup>. D'après M. Courbis, « ce serait l'eau qui

---

(1) *Comptes rendus*, 18 avril 1881.

(2) *Bull. Soc. géol. de France*, 3<sup>e</sup> série, t. X; 1881.

(3) *La Nature*. 3 juin et 8 juillet 1882.

(4) Voir ma Carte géologique du Sahara, 2<sup>e</sup> édition (*Association française*, 1888).

(5) *Comptes rendus des séances de la Société de Géographie*, 1890, n<sup>o</sup> 5.



fixerait les dunes; elles ne se formeraient que sur les points où, aussitôt déposé, le sable devient humide ». Ce serait dans l'humidité du sol et non dans son relief qu'il faudrait chercher l'origine de l'accumulation des dunes.

» Dans une Note antérieure, adressée en 1885 à la Société de Géographie, M. Jules Garnier avait soutenu la même manière de voir (1).

» Je ne viens pas contester l'exactitude des observations de MM. Garnier et Courbis; je reconnais que leurs conclusions s'appliquent dans certains cas particuliers; mais, à mon sens, on ne saurait y voir l'explication générale du phénomène du dépôt des grandes dunes. Dire, d'une manière générale, que c'est l'eau qui fixe les dunes, c'est confondre l'*effet* avec la *cause*, ainsi que je vais le démontrer.

» Il est bien connu que les dunes du Sahara sont généralement humides à leur intérieur : par une singulière antithèse de la nature, ces grands massifs de sables, qui résultent essentiellement de la sécheresse du climat saharien, jouent au Sahara le rôle de véritables *réservoirs d'eau*. En effet, toutes les eaux météoriques qui tombent sur les dunes ou y arrivent (en quantités plus grandes qu'on ne le croit) y sont aussitôt absorbées, s'y trouvent dès lors à l'abri de l'évaporation et se rassemblent vers la base de ces massifs perméables sous forme de larges nappes. C'est même là une des raisons pour lesquelles les grandes dunes restent *stationnaires*, et en cela je suis d'accord avec M. Courbis : les sables entassés acquièrent en s'humectant une pesanteur plus grande et une certaine cohésion, plus de stabilité et plus de force de résistance contre le vent; de plus, et comme conséquence, il se développe au pied des grandes dunes une végétation spontanée, qui tapisse leur lisière et contribue encore davantage à les fixer.

» Mais ce sont là des phénomènes *postérieurs* au dépôt des grandes dunes et, dans la généralité des cas, ce n'est pas l'humidité *préexistante* du sol qui a motivé leur dépôt. Quand cela se produit, ce n'est qu'un cas particulier. Un fait vraiment général, au contraire, est qu'au Sahara la surface du sol est très sèche; même dans les dépressions artésiennes, la nappe ascendante supérieure ne se trouve le plus souvent qu'à 2<sup>m</sup> ou 3<sup>m</sup> au-dessous de la surface; s'il fallait que le sol même fût humide pour que les dunes pussent s'y déposer, il y aurait relativement bien peu de dunes au Sahara. Comme preuve que cela n'est nullement indispensable, je citerai les deux grandes chaînes de dunes que l'on rencontre à l'est d'El Goléa et qui re-

---

(1) *Comptes rendus des séances de la Société de Géographie*, 1885, n<sup>os</sup> 16-17.

C. R., 1890, 1<sup>er</sup> Semestre. (T. CX, N<sup>o</sup> 17.)

posent sur des plateaux calcaires, absolument dépourvus d'humidité et de végétation.

» Les observations de M. Courbis semblent avoir surtout porté sur les dunes du bas-fond de Ouargla. Je connais bien moi-même cette région ; mais je ferai remarquer qu'elle ne présente guère de grandes dunes, sauf la chaîne, haute d'une cinquantaine de mètres, qui longe le bord de la terrasse orientale et qui se trouve précisément en relation avec une ligne de relief. Quant aux petites chaînes de sable, hautes de 5<sup>m</sup> à 6<sup>m</sup> au plus, qui barrent le bas-fond de Ouargla, et quant à toutes celles dont les méandres zèbrent les lits des autres oueds du Sahara, je ne crois pas qu'en cherchant à expliquer en détail les caprices de leur allure, on arrive à discerner les lois principales du régime des grandes dunes.

» Pour ce qui est de la loi de la relation des chaînes de grandes dunes avec le relief du sol, elle m'est apparue avec une rare netteté dans la région d'El Goléa, où j'ai signalé deux séries de chaînes distinctes, les unes nord-sud, les autres nord-ouest-sud-est, longeant soit des lignes d'escarpement, soit des vallées, et limitées aux accidents topographiques dont elles dépendent directement et dont dépend aussi leur propre orographie. Or, il s'agit là de chaînes dont la hauteur atteint, par place, une centaine de mètres, et la longueur une cinquantaine de kilomètres.

» Les faits ne sauraient être partout aussi simples ; mais j'ai moi-même généralisé le principe en disant : « Cette relation n'a rien que de rationnel. » Le grain de sable mis en mouvement s'arrête en certains points, soit » que la force motrice du vent diminue, les accidents topographiques lui » permettant une expansion qui diminue sa vitesse (ou donnant lieu à des » remous qui brisent le courant principal), soit que la résistance aug- » mente, s'il y a obstacle, ou contre-pente trop forte, ou frottement trop » grand », ou adhérence du sol.

» La loi ainsi énoncée me semble vraiment générale. Elle comprend les cas particuliers où les sables sont fixés par la végétation ou par l'humidité. Comme d'ailleurs les zones offrant végétation et humidité occupent des bas-fonds ou des vallées, il sera encore vrai de dire alors que l'emplacement des dunes résulte de la configuration et de la nature du sol.

» Ajoutons que, dans les grands massifs, le vent intervient également dans la répartition des sables et le groupement des chaînes. Mais la présente Note n'avait pour objet que de confirmer leur relation avec le relief. »

---

(<sup>1</sup>) G. ROLLAND. La région de Ouargla (*Revue scientifique*, décembre 1884).

GÉOLOGIE. — I. *Sur les formations gypseuses du bassin de Paris.* II. *Sur les dépôts silicieux qui ont remplacé le gypse.* Note de M. **MUNIER-CHALMAS**, présentée par M. Hébert.

I. *Sur l'origine et la position stratigraphique des différentes masses tertiaires de gypse du bassin de Paris.*

« On se rappelle que M. Dieulafait a démontré, il y a quelques années, par une série de belles expériences et de recherches devenues classiques, que les grandes masses de gypse et de sel gemme du Trias et du Permien étaient dues à l'évaporation des eaux de la mer, dans de véritables marais salants anciens. Cette hypothèse, déjà émise avant lui, n'avait pas prévalu. On admettait généralement l'intervention de sources ou de geysers, ou bien encore, pour expliquer la présence des borates de magnésie, dans le Permien de Stassfurt, l'influence des actions volcaniques.

» Depuis 1884, dans les excursions géologiques de la Sorbonne et dans mes cours de l'École Normale, j'ai cherché à démontrer que les idées de M. Dieulafait étaient applicables aux gypses tertiaires du bassin de Paris.

» En partant d'idées théoriques sur les rapports qui devaient exister entre certains dépôts silicieux et les couches gypseuses, j'avais été conduit à admettre qu'à partir de l'Éocène moyen jusqu'à la base du Miocène inférieur, on rencontrerait, en s'éloignant des lignes d'affleurement, des masses plus ou moins considérables de gypse, intercalées à différents niveaux, au milieu de nos dépôts saumâtres.

» Des sondages exécutés dans le Bassin de Paris, par deux de nos ingénieurs les plus connus, MM. Léon Dru et Arrault, ont mis en évidence l'existence de formations gypseuses nouvelles.

» Je vais passer brièvement en revue, les divers documents relatifs à cette question.

» *Éocène inférieur.* — (A) Dans l'Éocène inférieur, on ne rencontre que des quantités insignifiantes de gypse marin.

» *Éocène moyen.* — (B) L'Éocène moyen débute par des dépôts franchement marins privés de gypse. Le Calcaire Grossier supérieur correspond à une période saumâtre et lagunaire.

» L'évaporation des eaux marines a été poussée assez loin pour permettre au sel marin de cristalliser et de laisser, dans plusieurs localités, des empreintes très caractéristiques de trémies cubiques. Les sondages de Choisy-le-Roi (M. L. Dru), de Brevanne, de la gare de l'Est et du quai Jemmapes, montrent l'existence de plusieurs bancs de

gypse ayant une épaisseur variant de 2<sup>m</sup>,50 à 5<sup>m</sup>,50; les marnes gypsifères qui les accompagnent atteignent 1<sup>m</sup>,15 à 13<sup>m</sup>,50 de puissance.

» Il résulte de ces sondages que le gypse du Calcaire Grossier supérieur peut atteindre à Paris une épaisseur de 7<sup>m</sup> à 8<sup>m</sup>. Les dépôts lacustres contemporains n'en renferment pas.

» (C) Les Sables de Beauchamp présentent deux niveaux lagunaires gypsifères. L'un situé à la base de la zone moyenne, le second intercalé dans les calcaires saumâtres de Ducy.

» Le premier est représenté à Choisy-le-Roi (M. L. Dru) par 2<sup>m</sup>,50 de gypse et de marnes gypsifères; l'autre niveau a donné, dans les sondages de Belleville (M. L. Dru) et du quai Jemmapes (M. Arrault), 2<sup>m</sup> à 4<sup>m</sup>,25 de gypse. Ce qui donne un maximum de près de 5<sup>m</sup> pour les Sables de Beauchamp.

» (D) Aux Sables de Beauchamp succèdent les dépôts, en grande partie saumâtres, désignés sous le nom de *Calcaire de Saint-Ouen*. A Belleville, M. L. Dru a rencontré 1<sup>m</sup>,50 de gypse et les sondages du quai Jemmapes de M. Arrault en indiquent 4<sup>m</sup>,25. Les couches réellement lacustres de cet horizon n'en renferment pas.

» *Éocène supérieur*. — (E) A l'époque de l'Éocène supérieur, la stabilité des bassins d'évaporation se traduit par la formation des puissantes et classiques masses de gypse, ayant une épaisseur moyenne d'environ 30<sup>m</sup>. Je signalerai seulement, à la base, les empreintes de grandes trémies cubiques de sel marin, décrites par Desmarests comme étant dues au retrait de la mer à *Pholadomya Ludemis*.

» (F) Les marnes éocènes supragypseuses ne renferment que quelques petites couches de gypse.

» Le calcaire de Champigny, équivalent lacustre de l'Éocène supérieur, ne renferme pas non plus de gypse.

» *Miocène inférieur*. — (G) L'état lagunaire se maintient pendant une grande partie de l'Infra-Tongrien; à Massy, les marnes à Cyrènes renferment plusieurs minces lits de gypse alternant avec de petites couches saumâtres à *Cyrena convexa*, *Cerithium plicatum*, *C. trochleare*, ressemblant, d'une manière frappante, à celui qui se forme actuellement dans les marais salants.

» (H) Les marnes vertes présentent, par places, de nombreuses alternances de très petits filets de gypse.

» (I) Le calcaire lacustre de Brie ne renferme pas de gypse; mais dans son équivalent marin que j'ai découvert à Sannois et qui a une très grande extension, il y a un banc de gypse exploité de 1<sup>m</sup>.

» (J) Le Tongrien, aux environs de Paris, débute par des formations saumâtres à *Ostrea cyathula*, quelquefois gypsifères; sur plusieurs points, j'ai trouvé des empreintes de trémies cubiques de sel marin.

» Il résulte de ces observations :

» 1<sup>o</sup> Qu'il existe, depuis le Calcaire Grossier supérieur jusqu'à la base des Sables de Fontainebleau, des masses plus ou moins puissantes de gypse;

» 2<sup>o</sup> Que les nombreux bassins d'évaporation qui se sont successive-

ment formés pendant la période tertiaire correspondaient toujours à des périodes où le régime lagunaire s'était substitué au régime marin ;

» 3° Que l'évaporation a été poussée assez loin pour amener, à plusieurs époques, la cristallisation du sel marin ;

» 4° Que les *dépôts lacustres* rigoureusement synchroniques des formations marines ou saumâtres ne renferment pas de gypse.

II. *Sur les rapports des couches du gypse avec les assises où se trouvent associés la calcite, le quartz, la quartzine, l'opale, la calcédoine, la lutécite et la fluorine.*

» C. Prévost, Brongniart et Ch. d'Orbigny ont indiqué dans plusieurs localités des pseudomorphoses de gypse transformé en calcaire et en prétendue *calcédoine*.

» Les recherches que j'ai faites depuis 1872 m'ont démontré que le gypse du bassin de Paris avait souvent complètement disparu suivant ses lignes d'affleurement dans les vallées quaternaires, et qu'il avait été remplacé par des dépôts silicieux et calcaires.

» Dans plusieurs couches du Calcaire Grossier supérieur, *attribuées à des formations geysériennes*, on trouve associés le quartz bipyramidé et la calcite en rhomboèdre inverse. On y avait également signalé comme étant très rare la fluorine. De nombreuses recherches m'ont démontré que la fluorine était relativement commune et que ses cristaux pseudo-cubiques s'éteignaient, comme l'avait indiqué M. Mallard, suivant les arêtes du cube.

» En suivant les bancs dont je viens de parler, on y rencontre des pseudomorphoses de gypse cristallisé ; ils correspondent du reste aux bancs gypseux révélés par les sondages. En étudiant ces pseudomorphoses, on voit qu'elles sont constituées par une association de quartz cristallisé, de calcite en rhomboèdre inverse, de fluorine pseudo-cubique et de deux formes nouvelles de la silice, *quartzine* et *lutécite*, que j'ai découvertes, dans le mois d'octobre 1889, dans un très grand nombre de localités (Paris, Soissons, Longpont, Carrière-sous-Bois, Clamart, Meudon, etc.). L'étude de ces deux nouveaux minéraux sera faite en collaboration avec M. Michel Lévy.

» Il me paraît possible d'expliquer les faits dont je viens de parler, de la manière suivante : Certaines assises du Calcaire Grossier supérieur renferment, à l'état d'*extrême division*, de la fluorine et de la silice plus ou moins soluble ; les eaux d'infiltration, chargées d'acide carbonique et de carbonates alcalins, dissolvent du carbonate de chaux, de la silice et des

quantités infinitésimales de fluorure de calcium ; lorsque ces eaux, qui circulent à l'intérieur des couches suivant les lignes d'affleurement des vallées, arrivent sur le gypse et qu'elles en sont plus ou moins saturées, les sels qu'elles renferment se précipitent et épigénisent le gypse.

» Souvent la transformation est incomplète et montre que ce phénomène, qui a commencé après le creusement des vallées quaternaires, doit encore se continuer de nos jours. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'action physiologique de l'hydrogène arsénié.* Note de MM. F. JOLY et B. DE NABIAS, présentée par M. Bouchard.

« Depuis la mort de Gehlen, on connaît l'action extrêmement toxique de l'hydrogène arsénié. Comme ce gaz se produit chaque fois que l'hydrogène naissant se trouve en présence d'un composé oxygéné arsenical, il peut être respiré dans beaucoup de circonstances et donner lieu à une intoxication le plus souvent mortelle.

» L'hémoglobinurie a été signalée comme le symptôme prédominant de cet empoisonnement, mais les altérations du sang et le mécanisme de la mort ne nous paraissent pas avoir été suffisamment étudiés. Les expériences que nous avons tentées à ce sujet, déjà commencées par l'un de nous et continuées en commun, nous ont donné les résultats que nous avons l'honneur de soumettre à l'Académie.

» Pour être à l'abri du danger, nous avons construit un appareil qui permet de faire respirer commodément, à des animaux, des mélanges gazeux, obtenus en proportions variables, d'oxygène, d'azote et d'hydrogène arsénié. Suivant la quantité de gaz arsenical contenu dans un mélange et le temps pendant lequel on donne ce dernier à respirer à un animal, on produit l'empoisonnement aigu ou subaigu, le premier se terminant par la mort au bout de quelques minutes ou de quelques heures, le second pouvant se prolonger un ou plusieurs jours. C'est dans ce dernier cas seulement que l'hémoglobinurie se manifeste.

» La dissolution de l'hémoglobine dans le plasma, dont l'hémoglobinurie est la conséquence, se traduit (l'hémoglobine dissoute étant impropre à l'hématose), par une gêne respiratoire et par une diminution progressive de l'oxygène absorbé et de l'acide carbonique exhalé jusqu'à la mort de l'animal.

» Si on laisse cailler du sang pris sur un animal qui vient d'être intoxiqué,

on trouve que le sérum renferme parfois plus de la moitié de l'hémoglobine totale du sang. Si la mort est assez tardive, l'hémoglobine dissoute passe dans les liquides de l'organisme, liquide pleural, péricardique, urine, etc.

» La dissolution de l'hémoglobine n'est pas la seule action qu'exerce l'hydrogène arsénié sur le sang. On constate également la transformation partielle de l'hémoglobine en méthémoglobine. Sous cette double influence, le sang artériel prend une teinte plus ou moins foncée suivant le degré de l'intoxication et ne rougit plus à l'air.

» La méthémoglobine est facile à mettre en évidence, surtout dans l'empoisonnement aigu, par sa réaction spectrale caractéristique et par la diminution de la capacité respiratoire du sang. C'est ainsi qu'un chien, dont le sang absorbait avant l'empoisonnement 23<sup>cc</sup> d'oxygène pour 100, n'absorbe plus que 7,8 immédiatement après l'intoxication. On sait, en effet, que la méthémoglobine est une combinaison oxygénée de l'hémoglobine très stable, qui ne peut plus perdre son oxygène dans le vide et qui est incapable d'en gagner quand on l'agite à l'air. Elle est impropre à l'hématose comme l'hémoglobine dissoute, et c'est là la double raison qui fait de l'hydrogène arsénié un gaz si dangereux à respirer.

» Il convient de signaler que dans les empoisonnements par l'hydrogène arsénié, il est facile de montrer, par la méthode de Marsh, la présence de l'arsenic dans le sang, dans le caillot comme dans le sérum et dans les urines dans le cas d'hémoglobinurie. Ce fait peut avoir de l'importance au point de vue du diagnostic et de la médecine légale. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'action diarrhéique des cultures du choléra.* Note de M. N. GAMALEIA, présentée par M. Bouchard.

« Dans notre méthode de vaccination préventive du choléra (<sup>1</sup>), nous faisons stériliser les cultures vaccinifères par le chauffage à 120°.

» Cette température si élevée est nécessaire non pas pour tous les vibrions cholériques qui périssent déjà à 55°-60°, mais pour détruire sûrement quelques produits spécifiques de leur vie, produits que nous appellerons *diastasiques* et dont l'étude fait l'objet de cette Communication.

» Car ces substances diastasiques ne font que gêner la vaccination

---

(<sup>1</sup>) Voir *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 30 novembre 1889.

chimique des cobayes : tandis que les vaccins, chauffés à 120°, ne produisent localement que des œdèmes qui se résorbent très vite, les bouillons de culture, stérilisés à des degrés plus bas, donnent lieu aux indurations persistantes et aux abcès.

» De plus, les animaux ne se rétablissent pas si vite qu'avec nos vaccins de 120°, et l'acquisition de l'immunité est retardée, sinon complètement empêchée.

» Pourtant, ces substances diastasiques, nuisibles dans la vaccination, sont tout autrement importantes pour l'étiologie du choléra. Car elles permettent de reproduire expérimentalement la forme clinique de cette maladie.

» Cette reproduction expérimentale était irréalisable jusqu'ici, au moins avec les cultures du vibrion de Koch, puisque avec les urines des personnes cholériques M. Bouchard avait donné une affection cholériforme aux lapins.

» Ce dernier fait nous conduit à exposer ici les résultats de nos recherches faites sur les mêmes animaux, qui sont encore d'autant plus intéressants que, premièrement, tous les expérimentateurs ont constaté leur immunité complète vis-à-vis de l'infection par le vibrion cholérique, et, deuxièmement, ils sont très résistants aussi à l'action toxique de notre vaccin.

» En effet, les lapins supportent jusqu'à 80<sup>cc</sup> par kilogramme de notre vaccin, injectés dans les veines. Avec les doses plus fortes, la mort immédiate arrive, précédée des secousses musculaires, des convulsions et de l'exophtalmie. Le maximum d'action toxique se voit au moment de l'injection, et les animaux qui survivent à ce moment se rétablissent très vite.

» Les cultures vaccinifères non stérilisées provoquent aussi des phénomènes semblables. Seulement, la mort immédiate est amenée par des doses beaucoup plus petites, et les animaux qui ont succombé présentent des quantités considérables de vibrions cholériques dans leur sang. Mais ici, avec des doses qui n'amènent pas la mort immédiate, on assiste à d'autres phénomènes. L'injection de 10<sup>cc</sup> par kilogramme provoque l'abattement progressif de l'animal, la cyanose et les lésions très prononcées de l'intestin qu'on trouve à l'autopsie.

» L'explication de ces lésions est donnée par les effets des cultures, stérilisées à 60°.

» Ces cultures sont très toxiques pour les lapins. Les quantités au delà de 10<sup>cc</sup> par kilogramme amènent rapidement la mort. Les symptômes mor-



bides débutent par des frissons et l'épilepsie spinale, auxquels succède une prostration complète. Cette prostration se termine par la mort, précédée de quelques convulsions cloniques des pattes antérieures.

» Plus caractéristiques sont les phénomènes observés avec des doses plus petites, de 5<sup>cc</sup> à 10<sup>cc</sup>. Alors, l'affaiblissement des animaux n'est pas si complet. Ils refusent toute nourriture solide, mais lèchent avidement les liquides qui se trouvent à leur portée. Une heure, environ, après l'injection, survient la diarrhée. Les déjections alvines, d'abord consistantes, deviennent complètement liquides. Cette diarrhée peut durer pendant plusieurs heures et revenir, avec des intermittences, plusieurs fois. Quand elle cesse, l'abattement, la soif, l'inappétence persistent. En même temps, on voit souvent se produire une opacité des cornées, qui deviennent ternes et grises. Cette opacité disparaît plus tard, si les animaux se rétablissent. Dans ce dernier cas, revient aussi la sécrétion urinaire, qui était jusqu'ici supprimée. Mais l'urine contient de l'albumine.

» Les animaux ne reviennent que difficilement à l'état normal. Pendant longtemps, ils restent très prédisposés à l'infection cholérique.

» En nous réservant le droit de parler une autre fois de cette prédisposition qui permet une reproduction encore plus fidèle du choléra humain, avec la présence, notamment, des vibrions dans les selles liquides, nous ajouterons ici que l'action diarrhéique de nos cultures est supprimée par le chauffage au delà de 70°. D'un autre côté, cette action persiste dans la solution des substances précipitées de nos cultures par l'alcool.

» Nous n'insisterons pas non plus sur la portée générale de nos recherches qui établissent une distinction entre les matières vaccinales et les matières morbifiques. »

**M. BOUCHARD** ajoute les réflexions suivantes :

« Cette Communication de M. Gamaleïa me remet en mémoire certains faits que j'ai constatés, en 1884, quand j'ai fait chez le lapin l'injection intraveineuse des urines de l'homme cholérique. J'ai constaté la cyanose, les secousses musculaires, la diarrhée avec desquamation intestinale, l'albuminurie, qu'obtient également M. Gamaleïa par les injections des cultures du vibron de Koch ou seulement par l'injection des produits solubles de ce microbe. Mais je dois dire que je n'avais pas obtenu ces phénomènes chez le lapin en injectant les cultures stérilisées ou non du

bacille virgule, et cependant je pouvais ces injections jusqu'à 40<sup>cc</sup> par kilogramme et au delà.

» Quant à la part de toxicité qui appartient aux diastases, elle ressort des expériences de M. Gamaleïa, comme elle résultait déjà des recherches de MM. Arloing, Christmas, Roussy, Roux et Yersin. La constatation de M. Gamaleïa a, à ce point de vue, un intérêt particulier : elle établirait que le pouvoir vaccinant n'appartient pas à ces substances diastasiques auxquelles appartient une part au moins de la toxicité. Ce fait ressort de recherches qui ont été entreprises depuis plusieurs mois, dans mon laboratoire, par MM. Arnaud et Charrin, sur les produits solubles du bacille pyocyanique. Ces expérimentateurs ont constaté que, si l'on distille les cultures de ce bacille, le liquide de distillation n'est pas toxique, mais est vaccinant; que le résidu sec est à la fois toxique et vaccinant; que la matière diastasique précipitée de la culture par l'alcool et lavée à l'alcool, puis redissoute dans l'eau, matière qui ne saccharifie pas l'amidon et ne liquéfie pas la gélatine, mais qui transforme le sucre de canne en glycose, a une action morbifique, mais n'a qu'une action vaccinnante fort douteuse. N'est-ce pas là la démonstration de cette idée, que j'ai déjà défendue devant l'Académie, non seulement de la pluralité des substances bactériennes capables d'exercer une action physiologique sur les animaux, mais de la différence radicale qui existe entre les matières morbifiques et les matières vaccinnantes. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur un tremblement de terre à Chang-Haï et les mouvements des boussoles à Zi-Ka-Wei durant ce tremblement de terre.* Note de M. CHEVALIER, présentée par M. Mascart.

« On s'est préoccupé, ces derniers temps, de l'origine des perturbations observées dans les courbes des magnétographes durant certains tremblements de terre. Je signalerai, à ce sujet, un fait qui me paraît de nature à prouver qu'elles sont dues à une tout autre cause qu'à des chocs mécaniques. Le 28 décembre dernier, entre 2<sup>h</sup> 15<sup>m</sup> et 2<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> du matin, quelques secousses de tremblement de terre ont été ressenties à Chang-Haï et à Zi-Ka-Wei. Ces secousses furent accompagnées d'un bruit singulier que quelques-uns comparaient au roulement d'un chariot. Ce bruit fut également entendu à Zo-Sè, montagnes isolées au milieu de la plaine et situées à 30<sup>km</sup>

environ de Chang-Haï. A Koen-Sè, petite ville située à 50<sup>km</sup> environ à l'ouest-nord-ouest de Chang-Haï, au pied d'une petite montagne qui donne son nom à la ville, la secousse paraît avoir été plus forte. Voici ce que m'écrivit à ce sujet le R. P. Paris qui se trouvait alors à Koen-Sè :

» Vers 2<sup>h</sup>30<sup>m</sup>, à ma montre il était 2<sup>h</sup>23<sup>m</sup> ou 2<sup>h</sup>24<sup>m</sup>, j'ai entendu un bruit sinistre venant de l'est-sud-est; puis un instant après tout dansait dans ma chambre; moi-même j'ai été violemment agité sur mon lit, l'espace de trois ou quatre secondes, puis le repos s'est fait; le bruit a continué encore pendant cinq à six secondes, s'éloignant vers l'ouest-nord-ouest. Ce bruit ressemblait assez à celui d'une mitrailleuse entendue d'un peu loin. Comme j'étais éveillé depuis quelque temps, j'ai pu me rendre parfaitement compte de tout ce qui s'est passé; j'ai même pu analyser mes impressions : au moment de la secousse, non seulement j'ai été secoué sur mon lit, mais même intérieurement j'ai senti dans tous mes membres une agitation assez étrange. Si je ne me trompe, le tout a pu durer une quinzaine de secondes.

» Il y a lieu de se demander si l'agitation étrange, dont parle le Père Paris, doit être attribuée à l'impression que cause facilement un phénomène subit et extraordinaire, ou regardée comme une sorte de commotion électrique.

» Durant cette même nuit du 27 au 28 décembre, nos boussoles ont enregistré une perturbation de médiocre intensité. Cette perturbation, sensible surtout à la boussole de l'intensité horizontale, a eu son maximum entre minuit et 2<sup>h</sup> du matin.

» A l'heure indiquée comme heure de la secousse, 2<sup>h</sup>30<sup>m</sup>, on voit sur la courbe une légère ondulation de même nature, mais plus faible que les précédentes et n'offrant rien qui ressemble à l'effet d'un ébranlement du pilier. L'absence de toute oscillation de la balance, à ce moment, me paraît indiquer que les secousses ont dû avoir lieu de l'est à l'ouest, perpendiculairement au plan de l'aiguille. Car il ne semble pas possible que cette boussole reste insensible à des secousses qui auraient lieu dans son plan d'oscillation. Au contraire, des secousses ayant lieu dans un plan perpendiculaire au méridien magnétique laisseraient la balance en équilibre et communiqueraient aux deux autres boussoles un léger balancement, surtout dans le plan vertical, plutôt qu'une série d'oscillations. Et ainsi, comme dans le cas présent, aucun mouvement des piliers ne serait accusé par les boussoles. J'ai eu d'ailleurs occasion d'observer qu'une suspension, soit unifilaire, soit bifilaire, par des fils de cocon, n'est propre à enregistrer les faibles mouvements du pilier sur lequel elle repose que dans le cas où

le barreau ainsi suspendu est en contact par lui-même, ou par une tige rigide qui lui soit fixée, avec un objet également rigide posé sur le pilier. Mais, dans ce cas, le barreau devient sensible à des mouvements du pilier incomparablement plus faibles que ceux qui laissent insensible la suspension ordinaire.

» Le dernier tremblement de terre, à Chang-Haï, avait eu lieu en 1879, le 4 avril, à 3<sup>h</sup> 36<sup>m</sup> du matin. La secousse avait été beaucoup plus forte, et avait arrêté net quatre horloges à l'observatoire. Dans cette circonstance, la balance n'avait donné non plus aucun signe d'agitation, mais les deux autres boussoles avaient cessé tout enregistrement pendant dix minutes environ; après quoi, l'enregistrement recommença, mais la ligne, très estompée d'abord, alla en s'affermissant. Or, à 4<sup>h</sup> du matin, le R. P. Dechevrens aperçut parfaitement, dans les lunettes destinées aux lectures directes, le balancement non encore amorti des barreaux aimantés; et néanmoins la courbe, à cette heure, est aussi nette qu'à toute autre heure du jour. Le dernier tremblement de terre, ayant été beaucoup moins fort, ne put produire qu'un balancement trop faible pour troubler l'enregistrement. Il y a lieu de noter aussi qu'en 1879, le tremblement de terre ne fut accompagné d'aucune perturbation magnétique. »

M. EM. SÉNÉS adresse un Mémoire intitulé : « Essai d'une nouvelle théorie de la formation des mondes ».

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

J. B.

---

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

---

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 17 MARS 1890.

*Recherches chimiques sur les corps gras d'origine animale; par E. CHEVREUL, avec un avant-propos de M. A. ARNAUD. Paris, Imprimerie nationale, 1889; 1 vol. gr. in-4°.*

---

*Courbes représentatives des lois du choc longitudinal et du choc transversal d'une barre prismatique*, dressées par feu DE SAINT-VENANT, publiées par M. FLAMANT. Paris, Gauthier-Villars et Fils; br. in-4°. (Présenté par M. Boussinesq.)

*Les Cévennes et la région des Causses (Lozère, Aveyron, Hérault, Gard, Ardèche)*; par E.-A. MARTEL. Paris, Ch. Delagrave, 1890; 1 vol. in-4°.

*Recherches anthropologiques sur le squelette quaternaire de Chancelade (Dordogne)*; par le D<sup>r</sup> L. TESTUT. Lyon, Pitrat aîné, 1889; br. gr. in-8°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

*Bulletin de la Société géologique de France*. Troisième série. Tome dix-septième. Feuilles 44-53 (Pl. XVIII-XXVII). Paris, au siège de la Société, 1888-1889; 1 vol. gr. in-8°.

*Mémoires de la Société zoologique de France pour l'année 1889*. Tome II. Planches I à XV. Paris, au siège de la Société, 1889; 1 vol. gr. in-8°.

*Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie. Comptes rendus des séances de l'année 1890*. Cracovie, Imprimerie de l'Université, 1890; br. in-8°.

*Rendiconti del circolo matematico di Palermo*. Tomo IV. Anno 1890. Fasc. I et II. Palermo, sede della Società, 1890; br. gr. in-8°.

*Communicações da Commissão dos trabalhos geológicos de Portugal*. Tomo II. Fasc. I. 1888-1889. Lisboa, Typographia da Academia real das Sciencias, 1889; 1 vol. gr. in-8°.

*Report of the meteorological service of the Dominion of Canada; by CHARLES CARPMAEL*, for the year ending december 31, 1886. Ottawa. Brown Chamberlin, 1889; 1 vol. gr. in-8°.

*Bulletin of the United States national Museum*; n<sup>os</sup> 33 à 37. Washington, Government printing Office, 1889; 5 vol. gr. in-8°.

*Iconography of Australian salsolaceous plants; by BARON FERD. VON MUELLER*. Melbourne, Robert S. Brain, 1889; 2 br. in-4°.

*Vierteljahrsschrift der astronomischen Gesellschaft*, herausgegeben von den Schriftführern der Gesellschaft, E. SCHÖNFELD und H. SEELIGER. Leipzig, W. Engelmann, 1890; br. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 24 MARS 1890.

*Statistique sanitaire des villes de France et d'Algérie pour l'année 1888*. Paris, Imprimerie nationale, 1889; br. gr. in-8°.

*Statistique sanitaire. — Mortalité par maladies épidémiques dans les principales villes de France pendant la première période triennale 1886, 1887 et 1888, d'après les bulletins mensuels fournis par les municipalités.* Melun, Imprimerie nationale, 1889; br. gr. in-8°.

*Congrès international de Bibliographie des Sciences mathématiques, tenu à Paris du 16 au 19<sup>e</sup> juillet 1889. Procès-verbal sommaire.* Paris, Imprimerie nationale, 1889; br. gr. in-8°.

*Bulletin de la Société d'Anthropologie de Lyon.* Tome huitième, n° 3; 1889. Lyon, H. Georg; Paris, G. Masson, 1890; 1 vol. gr. in-8°.

*Mémoires de la Société nationale d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers (ancienne Académie d'Angers).* Quatrième série. Tome troisième (année 1889). Angers, Lachèse et Dolbeau, 1890; 1 vol. gr. in-8°.

*Actes de la Société linnéenne de Bordeaux.* Volume XLII. Cinquième série. Tome II. Bordeaux, J. Durand, 1888; 1 vol. gr. in-8°.

*Revue de Chimie industrielle et agricole.* Tome I, n° 3. Paris, Bernard Tignol, 1890; br. in-4°.

*Bulletin de la Société académique d'Agriculture, Belles-Lettres, Sciences et Arts de Poitiers.* N° 302. Poitiers, Oudin, 1890; br. in-8°.

*Société de Médecine légale de France. Bulletin.* Tome XI. Première Partie. Paris, J.-B. Baillière et Fils, 1890; br. in-8°.

*Annuaire médical et pharmaceutique de la France* du D<sup>r</sup> FÉLIX ROUBAUD et *Almanach général de Médecine et de Pharmacie de l'Union médicale réunis.* 42<sup>e</sup> année. 1890. Paris, E. Simonnet, 1 vol. in-18.

*Almanach-Annuaire de l'Électricité et de l'Électrochimie.* Année 1890. France-Belgique-Suisse. Paris, Firmin Leclerc, 1 vol. in-12.

*Acta mathematica.* Journal rédigé par G. MITTAG-LEFFLER. 14 : 1. Stockholm, F. et G. Beijer, 1890; br. in-4°. (Présenté par M. Hermite.)

*Handbuch der Astronomie, ihrer Geschichte und Literatur; von D<sup>r</sup> RUDOLF WOLF.* Zürich, Druck und Verlag von E. Schulthess, 1890; 1 vol. gr. in-8°.

*Abhandlungen der mathematisch-physikalischen Classe der königlich bayerischen Academie der Wissenschaften.* München, 1889, Verlag der k. Akademie; 1 vol. in-4°.

( 675 )

*ERRATA.*

—

(Séance du 17 mars 1890.)

Note de M. A. *Haller*, Sur les camphorates de bornéols  $\alpha$  droit et gauche :

Page 582, ligne 15 en remontant, *au lieu de* pouvoir rotatoire magnétique, *lisez* pouvoir rotatoire moléculaire.







# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

### DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

SÉANCE DU LUNDI 31 MARS 1890,

PRÉSIDENCE DE M. HERMITE.

---

#### MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **PRÉSIDENT** annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de Pâques, la séance de lundi prochain 7 avril sera remise au mardi 8.

**GÉOMÉTRIE.** — *Note sur un Mémoire présenté, qui contient, avec le texte complet et revu de l'écrit posthume de Descartes : De solidorum elementis, la traduction et le commentaire de cet Ouvrage; par M. DE JONQUIÈRES.*

« La présente Note a pour objet de donner à l'Académie quelques brèves explications sur le Mémoire que j'ai l'honneur de lui présenter aujourd'hui. Mes Communications des 10 et 17 février dernier <sup>(1)</sup>, concer-

---

<sup>(1)</sup> *Comptes rendus*, t. CX, p. 261 et 315.

C. R., 1890, 1<sup>er</sup> Semestre. (T. CX, N° 13.)

nant l'écrit posthume de Descartes : *De solidorum elementis*, avaient le but restreint et spécial de prouver que Descartes, dès la première moitié du XVII<sup>e</sup> siècle, connaissait et avait énoncé, dans cet écrit, la relation entre les nombres des faces, des sommets et des arêtes d'un polyèdre, qui porte le nom d'Euler (1); mais ce n'était qu'un morceau détaché de l'étude complète que contient le présent Mémoire (2).

» On y trouvera le texte original, puis le texte revu et corrigé de cet écrit, ainsi qu'une traduction accompagnée de notes explicatives : la reproduction exacte du texte, tel qu'il est donné dans le Livre de M. Foucher de Careil, se justifie par le fait que l'édition de cet Ouvrage est épuisée depuis plus de vingt-cinq ans, et que les exemplaires qui en ont été tirés en 1860 sont presque tous hors de France; ce texte, devant me servir de point de départ et de témoignage, devait donc être reproduit sans aucune retouche, mais il importait d'en donner un autre en regard en faisant disparaître les fautes matérielles de copie et, autant que possible, les lacunes qui, les unes et les autres, en rendent la lecture parfois pénible (3); enfin

---

(1) J'ai enfin retrouvé la démonstration d'Euler, dans le Tome IV des *Novi Commentarii Academiæ Scientiarum imperialis petropolitanae*, pages 141 à 160, après l'avoir vainement cherchée dans tous les autres Volumes de la collection, et dans d'autres encore. Il était difficile de soupçonner qu'elle fût si rapprochée du Mémoire où Euler avait n'avoir pu trouver cette démonstration, sachant qu'il n'y était parvenu que plus tard (*tandem*, dit-il). Un rapprochement si imprévu tient sans doute à ce que l'Académie de Pétersbourg, disposant à la fois (comme c'est le cas) de nombreux manuscrits d'Euler envoyés en bloc, a choisi, pour les publier ensemble, les deux qui se rapportaient au même sujet, en retardant l'impression du premier. En ce qui concerne le point qui faisait le sujet de mes Communications précitées, j'ignorais, le 10 février, que M. Baltzer, professeur à l'Université de Dresde, s'était servi, en 1861, des arguments *implicites* présentés dans ma Communication de ce même jour, pour prouver la priorité *effective* de Descartes à la découverte de la relation  $F + S = A + 2$ . C'est de M. Gino de Loria que j'ai reçu cet obligeant renseignement, le 19 février. M. Baltzer (qui n'avait d'ailleurs pas remarqué, dans l'écrit posthume, la preuve *explicite* apportée par moi le 17 février) concluait, à peu près dans les mêmes termes que j'ai employés dans ma première Communication, en disant :

« Il n'est donc pas douteux qu'outre les brillantes découvertes qui ont glorifié le nom de Descartes, celle du théorème fondamental de la polyèdrométrie lui appartient aussi, et qu'Euler doit désormais en partager l'honneur avec son grand précurseur, le créateur de l'Analyse moderne. » (*Comptes rendus mensuels* de l'Académie de Berlin, p. 1046; 1861.)

(2) Ce Mémoire sera publié dans la collection des *Mémoires de l'Académie des Sciences*.

(3) J'ai déjà expliqué (*Comptes rendus*, p. 263) que ces fautes et lacunes pro-

un Commentaire y est utile, souvent même nécessaire, car les transitions et les démonstrations manquent presque toujours dans ces fragments concis, où l'on ne doit voir que de simples matériaux, soigneusement façonnés d'ailleurs, pour l'érection future d'un édifice; il est surtout indispensable dans la deuxième Partie, où, sans avertissement préalable et sans explication aucune, Descartes emploie une notation singulière, très propre à dépister le lecteur, tant qu'il n'en a pas trouvé la clef, en ce qu'elle jette sur la rédaction un voile énigmatique fort incommode.

» Cet écrit, bien qu'inachevé (dans la forme), est digne de son auteur. On y voit que Descartes a connu, dans sa jeunesse, et rédigé avec précision tous les principes et les théorèmes de la polyédrométrie élémentaire, tels qu'on les trouve aujourd'hui dans les Traités les plus complets. Il les fait découler d'un théorème fondamental très simple, qui semble lui appartenir comme plusieurs autres, introduisant ainsi dans cette théorie l'unité et l'enchaînement méthodique qui caractérisent le génie de ce géomètre philosophe, à qui l'on doit, en Algèbre, l'immortelle découverte de la règle des signes, et dont l'empreinte est restée gravée sur toutes les matières auxquelles il a touché. Il avait, parmi beaucoup d'autres choses, nettement reconnu la corrélation qui existe entre les *faces* et les *sommets* [ces *éléments secondaires* des polyèdres, comme les a nommés l'un de nos Confrères (1)], et le rôle prépondérant des *arêtes* qui en forment l'ossature; c'est pourquoi le nombre des angles des faces (double de celui des arêtes) revient si souvent dans les énoncés de ses propositions.

» La formation arithmo-géométrique des nombres figurés *polyédraux* fait le sujet des dernières pages de l'écrit posthume. La théorie en était neuve, car Fermat ne s'était occupé que des nombres tétraédraux, et comme ces sortes de recherches sur les *combinaisons* étaient alors en faveur, Descartes, qui y faisait un pas considérable, devait désirer de s'en assurer la priorité, jusqu'au jour où il se déciderait à publier le Mémoire projeté. Une telle intention peut expliquer pourquoi il y fait usage d'une notation qui trans-

---

viennent surtout de ce que le manuscrit de Descartes, sur lequel Leibnitz a fait la copie, qui seule nous est restée, éprouva un accident à son arrivée à destination, la caisse qui le contenait, avec tous les autres papiers légués par Descartes à Clerselier, étant tombée dans la Seine lors du débarquement, et ayant séjourné trois jours sous l'eau.

(1) *Recherches sur les polyèdres*, par M. Camille Jordan (*Journal de Crelle-Borchardt*, t. 66).

forme le texte en une véritable énigme (1). Ces sortes de précautions mystérieuses étaient alors usitées chez les géomètres, comme le prouve l'exemple de Fermat. Les problèmes de cette nature n'offrent plus le même intérêt, mais on n'en appréciera pas moins l'élégance de la solution donnée par notre illustre auteur. Au surplus, elle ne lui fait pas négliger la part que la Géométrie doit revendiquer en propre dans les polyèdres (réguliers et semi-réguliers) dont il s'occupe à cette occasion et, dans un Tableau récapitulatif, il fait connaître, outre les formules des nombres figurés qui s'y rapportent, les modes de dérivation de ces solides, ainsi que les expressions, en fonction de leur arête, des volumes et des longueurs des axes majeurs (diamètres des sphères circonscrites); résultats de laborieux calculs.

« En résumé, si l'écrit posthume, très avancé pour l'époque où il fut composé, ne contient guère au delà de ce qui est aujourd'hui classique, il n'en a pas moins une réelle importance historique, et il fait partie de la gloire de Descartes. A ce titre, il appartient au patrimoine scientifique de la France, dont l'Académie des Sciences est la gardienne qualifiée. Il faut donc savoir gré à M. le comte Foucher de Careil de l'avoir tiré de l'oubli où il était demeuré pendant si longtemps, et d'avoir irréfutablement établi son authenticité, en la fondant, pour une bonne part, sur le témoignage de Leibnitz qui, ayant eu communication, par Clerselier, du manuscrit original (entre l'année 1672 et l'année 1676), l'a copié en entier *de sa main*, léguant à la postérité, à défaut du manuscrit lui-même (qui était malheureusement destiné à disparaître), l'attestation impartiale de son existence et sa teneur exacte, et suppléant ainsi, de son vivant, à une publicité que l'auteur ne lui avait pas donnée, peut-être parce que, absorbé par des questions d'un autre ordre, il n'avait jamais trouvé le temps de revenir à cette production mathématique dont l'importance, comme celle de toutes les autres semblables, n'était, ainsi qu'il l'a écrit lui-même, que secondaire à ses yeux. »

---

(1) Pour en donner une idée, je citerai le passage suivant, qui s'y rencontre au milieu de beaucoup d'autres semblables : ...  $84 + 143 + 64$ , undè si tollatur numerus radicem 48 ductus per  $\frac{1}{2}3 + \frac{1}{2}4$  nempe  $243 + 24,4$  fit  $89 - 103 - 18,4$  cui si addita  $214$  propter 21 angulis fit  $83 - 103 + 34$  numerus algebricus quæsitus (p. 224. *dernières lignes*).

CHIMIE. — *Sur la condensation de l'oxyde de carbone;*  
par M. P. SCHUTZENBERGER.

« L'expérience décrite par M. Berthelot dans la dernière séance de l'Académie a donné à notre éminent Secrétaire perpétuel des résultats qui paraissent être en contradiction formelle avec les deux principales conclusions du travail que j'ai eu l'honneur de présenter dans la séance du 17 mars.

» En réalité, il n'en est rien, et il me sera facile, je le crois, sans contester en quoi que ce soit l'exactitude de cette expérience, de faire disparaître et d'expliquer le désaccord apparent, en utilisant les observations variées que j'ai faites et l'expérience que j'ai acquise au cours de mes recherches sur ce point, recherches poursuivies depuis plusieurs années.

» J'insisterai plus particulièrement sur une expérience déjà indiquée dans ma première Note et que j'ai répétée depuis avec le même succès, malgré un surcroît de précautions, et dont le résultat a confirmé les conclusions auxquelles je m'étais arrêté. Cette expérience me paraît d'autant plus probante qu'elle est indépendante de toute erreur d'analyse quelconque. Elle conduit forcément à faire admettre que la condensation de l'oxyde de carbone ne peut s'effectuer sans le concours de l'eau.

» Un tube à effluve ayant du mercure pour armature interne, et pour armature externe une feuille de platine est complètement enveloppé, dans sa partie active, d'un manchon en verre soudé, rempli d'air sec. Il communique par le bas avec un tube rempli de ponce phosphorique; celui-ci est mis en relation par le côté opposé avec un tube semblable contenant dans sa partie moyenne une colonne de fragments de potasse caustique légèrement humidifiée à l'air, emprisonnée entre deux colonnes de ponce phosphorique. Ce dernier tube communique avec le réservoir à oxyde de carbone à capacité variable décrit précédemment.

» Dans ces conditions, il ne peut pénétrer dans le tube à effluve aucune trace d'eau venant du dehors ou apportée par le gaz pendant l'agitation qu'on lui fait subir d'heure en heure par le va-et-vient du réservoir mobile de la pompe à mercure, afin d'éliminer l'acide carbonique. Le courant employé dans mes expériences était fourni par une batterie d'accumulateurs; il accusait 25 à 30 ampères à l'ampèremètre de MM. Deprez et Carpentier, avant son entrée dans la bobine. La bobine était de 40<sup>cm</sup> de long,

ne trouve plus que  $\frac{1}{1000}$  à  $\frac{4}{1000}$  d'hydrogène, et le produit noir condensé ne se dissout plus que très imparfaitement dans l'ammoniaque caustique.

*Observations sur la Communication précédente et sur la dessiccation des gaz.*  
par M. BRATHELOT.

« Le mercure et le verre peuvent être parfaitement desséchés par l'action de la chaleur; dans cet état, ils présentent des propriétés spéciales, par exemple celle de faire détoner par leur simple frottement les mélanges gazeux explosifs, ainsi que nous avons eu l'occasion de l'observer deux fois, M. Ogier et moi (1); dans ce même état, le fluorure de bore ou le gaz chlorhydrique ne développent aucune trace de brouillard, si minime qu'elle soit, au milieu de l'air ou des gaz introduits sur le mercure au sein des éprouvettes ou flacons, après avoir été eux-mêmes rigoureusement desséchés soit par l'acide phosphorique anhydre, soit par le contact prolongé de l'acide sulfurique bouilli récemment. C'est aussi cet état de sécheresse absolue que se trouve le verre des supports nécessaires pour les mesures électrométriques et surtout le verre des tubes où l'on amène le vide à un degré tel que l'étincelle électrique cesse de les traverser.

» Mais si le verre ou le mercure ont eu pendant quelque temps le contact de l'air ordinaire, toujours humide, ou si les gaz secs sont amenés au travers de tubes de caoutchouc vulcanisé, substance fort hygrométrique, ou bien encore si ces gaz ont traversé trop rapidement les appareils dessiccateurs, dans ces conditions, gaz, verre et mercure se chargent de traces d'humidité, faciles à déceler, au moyen du fluorure de bore par exemple, lequel permet d'en reconnaître des dix-millièmes de milligramme, au sein de quelques centimètres cubes de gaz (2). Tel est l'état ordinaire du mer-

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 5<sup>e</sup> série, t. XXIII, p. 169.

(2) On peut contrôler ainsi les épreuves faites par la méthode hygrométrique de condensation sur une surface métallique brillante refroidie, limitant un tube de verre chauffé presque entièrement vers le rouge sombre: je n'ai pas négligé ce contrôle dans l'étude des traces d'eau formées au sein des gaz obtenus par la décomposition pyrogénée des produits condensés de l'oxyde de carbone: il a indiqué également, dans les conditions où j'opérais, une dose d'hydrogène fixée inférieure à un millième et même à un demi-millième du poids de l'oxyde de carbone condensé. Peut-être cette condensation d'ailleurs exige-t-elle toujours la présence d'une trace d'humidité, de même que l'inflammation par l'étincelle d'un mélange d'oxyde de carbone et d'oxygène, dans les expériences de M. Dixon.



cure des grandes cuves et des pompes à mercure, celui du verre des éprouvettes qui n'ont pas été séchées à haute température au moment de leur emploi, celui du verre des récipients des pompes à mercure ouverts à l'air libre, et même celui du verre des récipients intérieurs, pour peu que le mercure y ait été brassé et ramené par les manipulations, depuis les lieux où il se trouve en contact avec l'air extérieur par de larges surfaces. Les longs et larges tubes de caoutchouc traversés par le mercure dans le trajet des pompes à réservoir mobile concourent également à y introduire de l'humidité. Ce ne sont pas là des hypothèses, mais des faits, qu'il est facile de vérifier au moyen du fluorure de bore : chacune de ces circonstances suffit pour introduire des traces de vapeur dans des gaz réputés parfaitement secs. Toutes ces quantités d'humidité sont fort petites, sans doute ; mais elles peuvent s'accumuler, en raison de la grande masse du mercure et de la réitération incessante, pendant plusieurs jours, des refoulements et manœuvres opérées avec la pompe à mercure.

» Une fois les récipients intérieurs des gaz rendus humides, ainsi que les gaz qui ont pu y être amenés, le refoulement en masse de ces gaz dans les tubes à effluve au travers des tubes dessiccateurs est trop brusque, quoi qu'on fasse, pour donner la certitude de l'élimination de la vapeur d'eau qu'ils renferment ; surtout quand il a lieu plusieurs centaines de fois, avec introduction intermittente de gaz supplémentaires.

» Telles sont les raisons qui me semblent laisser subsister quelque doute, non sur les faits observés par notre Confrère, mais sur l'origine réelle de l'eau dont il a constaté la présence. J'ajouterai encore que les décharges opérées par l'intermédiaire d'une masse de mercure, extérieure ou intérieure au tube à effluve, n'ont pas exactement le même caractère que celles qui ont lieu par l'intermédiaire d'un liquide acidulé, dont la conductibilité est incomparablement moindre et d'un ordre tout différent.

» Je prie l'Académie et mon Confrère et ami d'excuser ces doutes. Il ne conviendrait pas de contester *a priori* la possibilité de rencontrer certains verres d'une porosité exceptionnelle, ou susceptibles d'être désagrégés peu à peu par l'électricité ; mais, en fait, je ne crois pas la chose prouvée pour le verre employé dans les expériences courantes : la question de la pénétrabilité du verre ordinaire par l'eau touche à toutes sortes de problèmes expérimentaux en Physique et en Chimie, et je serais aussi heureux que lui de le voir en obtenir une démonstration complète. »

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Méthode nouvelle pour étudier au microscope les éléments et les tissus des animaux à sang chaud à leur température physiologique*; par M. L. RANVIER.

« Les appareils, connus sous le nom de *platines chauffantes*, dont on fait usage pour observer au microscope les éléments anatomiques des animaux à sang chaud, à l'état vivant, sont d'un maniement difficile ou ne donnent que des résultats approximatifs. Je n'en ferai ici ni la description ni la critique, me proposant seulement d'attirer l'attention sur une méthode beaucoup plus simple, d'une application facile, et qui n'exige aucun de ces instruments spéciaux dont le prix est nécessairement élevé. *Cette méthode consiste à plonger le microscope et la préparation à examiner dans un bain d'eau chaude (36° C. à 39° C.).*

» Tel est le principe; mais, pour réaliser l'expérience et obtenir une réussite complète, on devra se placer dans certaines conditions qui m'ont été révélées par la pratique et que je vais indiquer maintenant.

» Le microscope que l'on destine à ces expériences doit être d'un modèle simple, par exemple celui que construisent les opticiens de Paris pour choisir la graine des vers à soie par le procédé Pasteur.

» L'examen devant être fait dans l'eau, il faut employer un objectif à immersion, avec ou sans correction.

» La préparation à étudier est soigneusement bordée à la paraffine, afin que l'eau dans laquelle on la placera ne puisse y pénétrer.

» On l'examine d'abord et l'on choisit le point intéressant, comme dans une observation microscopique ordinaire. Seulement il faut avoir pris soin de chauffer l'objectif à 40°, à peu près, dans une atmosphère sèche. Sans cette précaution, on serait exposé par la suite à voir l'image envahie par un brouillard, plus ou moins épais, résultant de la formation d'une buée à la surface cachée des lentilles.

» Si cet accident se produisait dans les observations ultérieures, il faudrait démonter l'objectif, faire sécher et remettre le tout en place. Il faut autant que possible éviter cette manœuvre, qui est fastidieuse et délicate. C'est pour cela que je conseille de chauffer l'objectif.

» A côté du microscope, sur la table de travail, on place un baquet de verre à fond plat, ayant à peu près 0<sup>m</sup>,12 de hauteur et 0<sup>m</sup>,14 de diamètre. On y verse de l'eau distillée préalablement bouillie et dont on a porté la



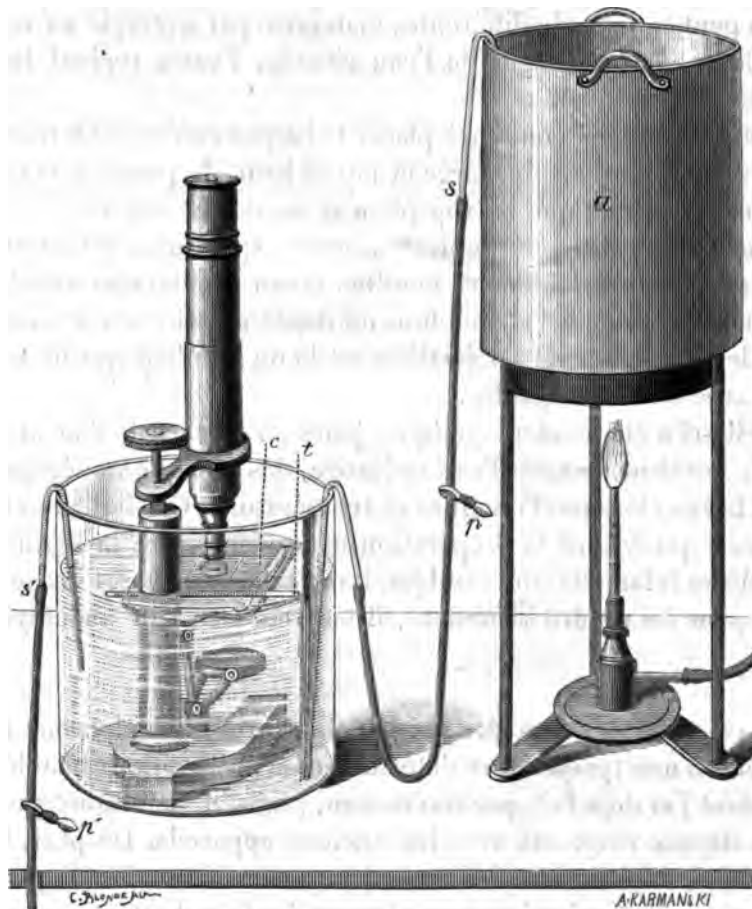


( 687 )

température à 40°, puis on y plonge le microscope, la préparation étant maintenue au moyen des valets.

» Il faut que la quantité d'eau soit telle que son niveau s'élève seulement de 0<sup>cm</sup>,5 à 1<sup>cm</sup> au-dessus de la platine.

» Un thermomètre est placé à côté de la préparation. La température de l'eau s'est abaissée de 2° ou 3°, parce que les parois du baquet de



Appareil pour chauffer les préparations histologiques. Le microscope est placé dans un baquet de verre contenant de l'eau; *a*, vase en métal dans lequel on chauffe de l'eau distillée; *s* et *s'*, siphons; *p* et *p'*, pinces à pression; *c*, préparation dans un porte-objet, chambre humide; *t*, thermomètre.

verre et la masse métallique du microscope ont pris une certaine quantité de chaleur, qui variera évidemment suivant leur masse et leur température initiale. La préparation histologique et le thermomètre étant dans les mêmes conditions, on devra considérer comme exactes les indications de celui-ci,

si toutefois il a été bien réglé. La température de 37° à 38°, celle que l'on constate lorsque l'équilibre est établi, convient aux éléments vivants. Elle se maintient assez longtemps pour qu'il soit possible de faire ainsi de bonnes expériences. Mais, si l'observation doit être poursuivie au delà de huit à dix minutes, il est nécessaire d'ajouter de l'eau chaude et en même temps de conserver le même niveau à l'eau dans laquelle le microscope est plongé.

» Cela peut se faire de différentes manières, par exemple au moyen de deux siphons, l'un amenant de l'eau chaude, l'autre réglant le niveau (voir la figure ci-jointe).

» Un autre procédé consiste à placer le baquet contenant le microscope dans un second baquet plus large et moins haut, le premier étant choisi d'une dimension telle que le trop-plein se perde par son bord.

» Il me reste à dire pourquoi, dans cette expérience, il faut employer de l'eau distillée préalablement bouillie. L'eau de fontaine chauffée à la température de 36° à 39° abandonne un dépôt calcaire sur le microscope et sur la lentille finale de l'objectif; c'est là un accident qui ne saurait se produire avec de l'eau distillée.

» Si celle-ci a été pendant quelques jours au contact de l'air atmosphérique, elle contient, comme l'eau ordinaire, des gaz qui se dégagent sous forme de bulles, lorsque l'on élève sa température. Ces bulles se forment sur le miroir qui éclaire la préparation et souvent entre la lentille finale de l'objectif et la lamelle couvre-objet. Dans ce dernier cas, l'image devient confuse; pour lui rendre sa netteté, il faut chasser l'air au moyen d'un pinceau.

» Il y a un mois à peine que j'ai imaginé cette méthode pour chauffer et maintenir à une température déterminée les préparations histologiques, et cependant j'ai déjà fait, par son moyen, plus d'observations que je n'en avais fait depuis vingt ans avec les anciens appareils. De plus, j'ai pu, sans difficulté, montrer successivement à un certain nombre de personnes, notamment à celles qui suivent mes leçons, des faits dont je n'aurais pu les rendre témoins, en utilisant des appareils dont on faisait usage antérieurement. Parmi ces faits, il y en a qui présentent l'intérêt de la nouveauté, par exemple la division des cellules lymphatiques chez les Mammifères.


» Je me réserve de revenir sur ces observations, de les compléter et de les étendre. Pourtant je veux, dès aujourd'hui, communiquer un fait de biologie générale qui me paraît avoir une certaine portée.

» On sait que chez un Mammifère mort depuis vingt-quatre heures,

c'est-à-dire chez lequel la respiration, la circulation et l'innervation sont abolies, les tissus ne présentent plus de réactions physiologiques; néanmoins, des éléments anatomiques, séparés de l'animal avant la mort et conservés dans certaines conditions, sont encore vivants au bout de vingt-quatre heures. J'ai pu démontrer cette proposition paradoxale par l'expérience suivante :

» Chez un lapin que l'on venait de décapiter, j'ai recueilli, au moyen d'une pipette stérilisée par le flamage, une goutte de lymphé péritonéale que j'ai placée dans un porte-objet, chambre humide, également stérilisé. J'ai fermé la préparation au moyen d'une bordure de paraffine et je l'ai conservée dans le laboratoire à la température ambiante (10° à 15° environ). Vingt-quatre heures après, l'ayant portée à la température de 38°, dans le *bain chaud*, j'ai vu un grand nombre de cellules lymphatiques émettre des prolongements amiboïdes, à l'aide desquels elles se sont déplacées.

» Avant d'être élevés à la température nécessaire à la manifestation de leurs réactions vitales, ces cellules étaient sphériques et immobiles. Elles étaient donc dans un état de vie latente, une sorte d'hibernation, depuis vingt-quatre heures, lorsque la chaleur est venue les réveiller. »

CHIRURGIE. — *Difformités des pieds et des orteils consécutives à certaines phlébites des membres inférieurs. — Pieds bots phlébitiques*; par M. VERNEUIL. 

« La phlébite peut frapper tous les points du système veineux, mais elle atteint surtout les veines de la moitié sous-ombilicale du corps et en particulier celles des membres inférieurs.

» Elle a pour causes ordinaires : les plaies de ces membres, les fractures, les varices et deux lésions utérines fréquentes, l'accouchement et les néoplasmes malins, l'épithélioma par exemple. Dans ces deux derniers cas, la phlébite est généralement désignée sous le nom de *phlegmatia alba dolens*.

» Les veines de la moitié inférieure du corps sont superficielles ou profondes; les unes sont cachées dans la cavité du bassin, tandis que les autres sont logées dans l'interstice des muscles de la cuisse ou de la jambe (*veines inter-musculaires*) ou rampent dans l'épaisseur des mêmes muscles (*veines intra-musculaires*).

» La phlébite n'atteint presque jamais la totalité de ces veines, et surtout ne les envahit pas simultanément; de coutume, elle occupe d'abord

des régions, des segments plus ou moins étendus et circonscrits dans le bassin, la cuisse ou la jambe, à la superficie ou dans la profondeur; mais il arrive souvent que, de son point de départ, elle s'étend de haut en bas ou de bas en haut, des veines sous-cutanées aux veines inter- ou intra-musculaires, du côté droit au côté gauche, et réciproquement. Dans la *phlegmatia alba dolens*, qui le plus souvent est bilatérale, il faut parfois plusieurs semaines pour que l'envahissement soit à peu près complet.

» Les conséquences prochaines ou éloignées de la phlébite des membres inférieurs sont bien connues. On a noté des accidents généraux infectieux; des accidents locaux : œdème, suppuration, douleurs violentes, arthrites, varices; des accidents à distance causés par le déplacement des caillots (*embolies*). Mais il restait à décrire une complication tardive dont je n'ai trouvé traces ni dans mes lectures, ni dans les entretiens que j'ai eus avec mes collègues chirurgiens et accoucheurs. Seul, un de mes élèves les plus distingués et les plus instruits, M. le D<sup>r</sup> Kirmisson, qui s'occupe avec grand succès d'orthopédie, a vu et traité même un cas de l'affection en question sans avoir songé à le publier.

» Il s'agit de difformités des pieds et des orteils qu'on peut rapporter à deux formes du pied bot : l'équin et le varus équin, avec ce caractère particulier que les orteils qui, dans les variétés congénitales, sont peu déviés, mobiles et généralement en extension forcée, sont ici rigides, immobiles, fléchis plus ou moins et parfois en forme de griffes; ce qui permet de reconnaître que les agents de la déviation du pied sont surtout les muscles de la couche profonde de la jambe : fléchisseur propre du gros orteil, fléchisseur commun des orteils et jambier postérieur, plutôt que le triceps sural qui joue le rôle principal dans la production de l'équin et du varus équin vulgaires.

» Cette affection, à en juger par le silence des auteurs, serait rare, et j'aurais été favorisé en en rencontrant, dans moins de trois ans, trois exemples, auxquels il faut joindre le quatrième, observé par M. Kirmisson. En tout cas, sa rareté est peu en rapport avec la fréquence bien connue des phlébites traumatique, variqueuse et d'origine utérine, ce qui indique clairement que certaines variétés de ces phlébites sont seules capables de la produire. Voici, aussi concis que possible, le résumé des faits venus à ma connaissance (1) :

---

(1) Ces observations seront rapportées *in extenso* dans une thèse de Doctorat en voie de formation.

» *Observation I.* — Femme adulte. Phlébite variqueuse partant d'un membre et envahissant l'autre au bout d'un certain temps. Douleurs excessives; accidents généraux très graves; albuminurie; arthrites aiguës fémoro-tibiales et tibio-tarsiennes; extension permanente et forcée des pieds; flexion des orteils et surtout du premier; lésions plus marquées à gauche qu'à droite. L'affection, qui a commencé à la fin de 1887, n'est point encore guérie, et, bien que la santé soit tout à fait rétablie, la marche est encore tout à fait impossible.

» *Observation II.* — Jeune femme primipare. *Phlegmatia alba dolens* double, débutant quinze jours après l'accouchement et envahissant successivement les deux membres. Un double varus équin se produit en moins de trois semaines sous nos yeux, en raison de l'insuffisance forcée du traitement préventif. Aujourd'hui en voie de guérison, quatre mois après le début du mal.

» *Observation III.* — Homme adulte. Plaie de la cuisse. Ligature de la fémorale commune; phlébite de la veine satellite s'étendant à tout le membre; extension forcée du pied et flexion modérée des orteils, avec rigidité absolue. Affection unilatérale.

» *Observation IV.* — Femme adulte. *Phlegmatia alba dolens* double, suite de couches. Pieds bots équins. Section du tendon d'Achille en bas, d'un an (Kirmisson).

» J'ai déjà dit que toutes les phlébites ne donnaient pas naissance aux difformités en question; d'autre part, j'ai montré que la déviation des pieds et des orteils provenait de la contracture des muscles de la couche profonde de la région postérieure de la jambe. Reste à indiquer comment l'inflammation des veines peut agir sur les muscles susdits. Or voici, suivant moi, comment les choses se passent : tant que les veines superficielles et profondes inter-musculaires sont seules enflammées, les muscles, isolés par des plans aponévrotiques ou une couche plus ou moins épaisse de tissu conjonctif, restent étrangers au processus morbide; mais les vaisseaux intra-musculaires sont-ils pris qu'aussitôt la fibre rouge, en contact immédiat avec eux (car aucune barrière protectrice ne les sépare), s'enflamme à son tour et entre en fonction pathologique; en d'autres termes, la phlébite amène la périphlébite, laquelle, agissant sur le seul tissu voisin, amène nécessairement la myosite, qui produit fatalement à son tour la contracture, puis la rétraction et les déviations et difformités conséquentes (1).

---

(1) Les rapports tout aussi intimes des veines profondes avec les nerfs qui les en-

» Pour qui connaît la disposition des veines intra-musculaires de la région postérieure de la jambe chez les variqueux et autres sujets dont la circulation veineuse du membre inférieur est entravée accepteront sans peine cette pathogénie des pieds bots phlébitiques, à laquelle, j'en conviens, manque pourtant encore la consécration des autopsies.

» Si je reviens sur le terrain clinique, je constate que le pronostic est assez sérieux en ce qui touche le rétablissement des fonctions du membre. En effet, la malade atteinte de phlébite variqueuse à la fin de 1887 ne marche pas encore, et ceux qui sont actuellement dans mon service depuis trois ou quatre mois sont à peine en voie de guérison. Il est donc bien important de signaler une affection aussi rebelle, ne fût-ce que pour savoir si, averti à temps, le praticien n'en pourrait pas instituer au moins la prophylaxie, c'est-à-dire s'opposer dès le début à la production de la difformité.

» Le traitement curatif comprend la rectification des attitudes vicieuses par les appareils à action rapide ou progressive, les frictions, le massage, l'électrisation des muscles antagonistes et enfin la ténotomie qui, une fois déjà, a été appliquée avec succès par M. Kirmisson.

» Une malade de mon service est actuellement traitée par une série d'appareils plâtrés, à l'aide desquels on redresse progressivement le double pied bot varus équin. Le massage, chez deux autres, nous donne de bons résultats, appliqué qu'il est avec beaucoup de prudence.

» J'ajouterai en terminant que, si les indications thérapeutiques sont faciles à poser, elles sont beaucoup moins aisées à mettre en pratique; car les douleurs excessives de la phlébite et des arthrites concomitantes rendent les actions mécaniques plus ou moins longtemps intolérables, et le danger des embolies interdit pendant longtemps aussi les manœuvres pouvant atteindre plus ou moins directement les veines remplies de caillots sanguins. »

---

turent expliquent de même une autre complication de la phlébite, si commune qu'elle peut passer pour un symptôme. je veux parler des douleurs parfois si intenses.

### NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les Concours de l'année 1890.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

*Prix Desmazières.* — MM. Duchartre, Van Tieghem, Bornet, Trécul, Chatin réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. de Lacaze-Duthiers et Duclaux.

*Prix Thore.* — MM. Duchartre, Bornet, Van Tieghem, Blanchard, Trécul réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. A. Milne-Edwards et Chatin.

*Prix Bordin (Étude comparative de l'appareil auditif chez les animaux à sang chaud, Mammifères et Oiseaux).* — MM. de Quatrefages, de Lacaze-Duthiers, A. Milne-Edwards, Blanchard, Ranvier réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Sappey et Grandidier.

*Prix Savigny, fondé par M<sup>lle</sup> Letellier.* — MM. A. Milne-Edwards, de Quatrefages, Blanchard, de Lacaze-Duthiers, Grandidier réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Ranvier et Sappey.

*Prix Serres.* — MM. Ranvier, A. Milne-Edwards, de Quatrefages, Blanchard, de Lacaze-Duthiers réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Sappey et Bouchard.

### CORRESPONDANCE.

M. le **SECRETARE PERPÉTUEL** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Rapport de M. *G.-G. Arnaudon* « Sur le Musée merciolgique de Turin et sur quelques écoles dues à l'initiative privée ».

M. **BOCQUET DE LA GRYE** fait hommage à l'Académie, pour la Bibliothèque de l'Institut, des Cartes publiées pendant le mois de mars 1890 par le Service hydrographique de la Marine.

4337. De Ben-Ghazi au cap Chersonésos (Tripolitaine).  
 4344. Ports de Gjedser et de Nysted (Ile de Laaland-Baltique).  
 4356. De la pointe des Originaux au Pilier (Rivière Saint-Laurent).  
 4367. Iles Solitaires et côtes adjacentes (Australie).  
 4370. Baie Trial. Mouillage de Sugarloaf, etc. (Australie).  
 4374. Port Levuka (Ile Ovalau, Iles Fidji, océan Pacifique).  
 4375. D'Anticosti à la pointe des Monts (Rivière Saint-Laurent).  
 4385. Loch Eribolt. Port de Wick (Côte nord d'Écosse).

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Brooks (a 1890), faites à l'observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest); par M. G. BRIGOURDAN. Communiquées par M. Mouchez.*

| Dates<br>1890. | Étoiles<br>de<br>comparaison.             | Gr.  | ← — ★.                  |            | Nombre<br>de<br>comp. |
|----------------|---|------|-------------------------|------------|-----------------------|
|                |   |      | R.                      | Décl.      |                       |
| Mars 28 ...    | a 190 Weisse <sub>1</sub> 21 <sup>h</sup> | 9    | — 0. 7. 40 <sup>m</sup> | + 7. 11. 3 | 12. 12                |
| 30 ...         | b 41297 Lalande                           | 7, 5 | + 0. 16. 57             | + 0. 30. 7 | 12. 12                |

*Positions des étoiles de comparaison.*

| Dates<br>1890. | Étoiles. | Asc. droite<br>moy. 1890, 0.    | Réduction<br>au jour. | Déclinaison<br>moy. 1890, 0. | Réduction<br>au jour. | Autorités.          |
|----------------|----------|---------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|---------------------|
| Mars 28. ....  | a        | 21. 10. 52. 89 <sup>h m s</sup> | — 1. 11               | + 9. 12. 12. 0 <sup>o</sup>  | — 12. 5               | Weisse <sub>1</sub> |
| 30. ....       | b        | 21. 10. 41. 89                  | — 1. 06               | + 10. 13. 42. 8              | — 12. 7               | 2 obs. mérid. Paris |

*Positions apparentes de la comète.*

| Dates<br>1890. | Temps moyen<br>de Paris.    | Asc. droite<br>apparente.       | Log. fact.<br>parall. | Déclinaison<br>apparente.   | Log. fact.<br>parall. |
|----------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Mars 28 ....   | 16. 14. 33 <sup>h m s</sup> | 21. 10. 44. 38 <sup>h m s</sup> | 1, 563 <sub>n</sub>   | + 9. 19. 10. 8 <sup>o</sup> | 0, 791                |
| 30 ....        | 16. 6. 13                   | 21. 10. 57. 40                  | 1, 563 <sub>n</sub>   | + 10. 14. 0. 8              | 0, 788                |

» *Remarques.* — 1890 mars 28. La comète est une nébulosité ronde, de 40" à 50" de diamètre, avec condensation centrale assez prononcée, mais non stellaire. L'éclat de la comète est à peu près comparable à celui d'une étoile de 10<sup>e</sup> grandeur. L'aurore fait disparaître sa partie centrale en même temps que les étoiles de 11<sup>e</sup> grandeur. »



ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Brooks (21 mars 1890), faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux; par MM. G. RAYET et L. PICART.*

*Comète Brooks (21 mars 1890).*

| Dates.<br>1890. | Temps moyen<br>de<br>Bordeaux.                       | Ascension<br>droite<br>apparente.                     | Log. fact.<br>parall. | Distance<br>polaire<br>apparente. | Log. fact.<br>parall. | Étoile<br>de<br>compar. | Observ.    |
|-----------------|--|---|-----------------------|-----------------------------------|-----------------------|-------------------------|------------|
| Mars 27....     | 15 <sup>h</sup> .47 <sup>m</sup> .54 <sup>s</sup> ,8 | 21 <sup>h</sup> .10 <sup>m</sup> .36 <sup>s</sup> ,71 | —1,618                | 81 <sup>o</sup> . 8'. 9",8        | —0,774                | a                       | G. Rayet.  |
| 28....          | 15.48.20,9   | 21.10.44,61   | —1,615                | 80.41.15,7                        | —0,770                | b                       | L. Picart. |

*Position moyenne des étoiles de comparaison pour 1890,0.*

| ★. | Autorités.   | Ascension<br>droite<br>moyenne                        | Réduction<br>au<br>jour. | Distance<br>polaire<br>moyenne | Réduction<br>au<br>jour. |
|----|--|---|--------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| a. | $\frac{1}{4}$ { Weisse <sub>1</sub> H. XXI. 271 + Schjellerup 8621<br>+ Glasgow 5420 + Armagh <sub>2</sub> 2809. } | 21 <sup>h</sup> .14 <sup>m</sup> .16 <sup>s</sup> ,60 | —1,14                    | 80 <sup>o</sup> .56'.17",6     | +12",47                  |
| b. | $\frac{1}{3}$ { Weisse <sub>1</sub> H. XXI. 329 + Schjellerup 8642<br>+ Glasgow 5437. }                            | 21.16.19,99   | —1,14                    | 80.44.27,3                     | +12,51                   |

» La comète est ronde avec noyau; elle est facile à observer, même dans le crépuscule. »

ASTRONOMIE. — *Observations et éléments de la nouvelle planète (289), découverte à l'observatoire de Nice, le 10 mars 1890. Note de M. CHARLOIS, présentée par M. Faye.*

| Dates<br>1890. | Temps moyen<br>de<br>Nice.                       | Ascension<br>droite<br>apparente.                    | Log. fact.<br>parall. | Dist. pol.<br>apparente.   | Log. fact.<br>parall. |
|----------------|--|--|-----------------------|----------------------------|-----------------------|
| Mars 10.....   | 8 <sup>h</sup> .48 <sup>m</sup> .29 <sup>s</sup> | 9 <sup>h</sup> .41 <sup>m</sup> .20 <sup>s</sup> ,53 | 1,262 <sub>n</sub>    | 81 <sup>o</sup> . 6'.42",6 | 0,714 <sub>n</sub>    |
| 12.....        | 8.45.38  | 9.40.10,18   | 1,236 <sub>n</sub>    | 80.56.20,9                 | 0,710 <sub>n</sub>    |
| 20.....        | 10.39.29   | 9.36. 8,45   | 1,032                 | 80.17.37,6                 | 0,699 <sub>n</sub>    |
| 27.....        | 8.55,50  | 9.33.40,77   | 2,511 <sub>n</sub>    | 79.49.19,6                 | 0,691 <sub>n</sub>    |

» *Remarque.* — L'éclat de la planète est comparable à celui d'une étoile de grandeur 13,5.

» Des observations précédentes 1890 mars 12, 20 et 27, nous avons déduit les éléments ci-après :

Époque : 1890 mars 20,5. Temps moyen de Paris.

|             |             |                             |
|-------------|-------------|-----------------------------|
| M.....      | 95.° 1.14.6 | } Équinoxe moyen<br>1890,0. |
| $\pi$ ..... | 21. 3.18.8  |                             |
| Q.....      | 180.11. 2,3 |                             |
| $i$ .....   | 7.11.37,1   |                             |
| $q$ .....   | 21.14.32,2  |                             |
| log a.....  | 0.473644    |                             |
| $\mu$ ..... | 6917,100    |                             |

*Ephéméride pour minuit de Paris.*

(Positions moyennes 1890,0.)

| Dates<br>1890. | $\alpha$ . | $\delta$ . | log $\alpha$ . | log $r$ . |
|----------------|------------|------------|----------------|-----------|
| Avril 10.....  | 9.31.38    | -10.52.8   | 0.45548        | 0.54076   |
| 12.....        | 31.40      | 57.0       |                |           |
| 14.....        | 31.46      | 11. 0.8    | 0.46483        | 0.54313   |
| 16.....        | 31.57      | 4.1        |                |           |
| 18.....        | 32.13      | 7.1        | 0.47433        | 0.54348   |
| 20.....        | 32.33      | 9.6        |                |           |
| 22.....        | 9.32.37    | +11.11.7   | 0.48366        | 0.54481   |

ASTRONOMIE. — *Sur la position de la tache solaire du 4 mars.*

Note de M. SPÄRER, présentée par M. H. Faye.

« Dans les *Comptes rendus*, n° 10, page 513, est annoncée l'apparition sur le Soleil, le 4 mars, d'une tache nucléaire par la latitude héliocentrique de +65°. Il doit y avoir quelque erreur sur cette latitude: elle n'était que de 33°.

» La tache vue le 4 mars a été observée aussi les jours suivants, mais ce n'était pas la première qui ait apparu par les hautes latitudes pendant le minimum actuel. J'ai fait voir déjà, dans le n° 2936 des *Astronomische Nachrichten*, que des taches se sont montrées par les hautes latitudes dès le milieu de l'année 1889.

» Quant à la tache du 4 mars, elle a suivi, de la manière la plus satisfaisante, les lois de la rotation du Soleil. Mais, le 10 mars, elle était déjà complètement segmentée. Le 13, elle était remplacée par une série de pe-

tites taches entre les latitudes de  $31^{\circ}30'$  et de  $33^{\circ}45'$ . Le 15 mars, il n'y avait plus qu'une rangée de facules sans taches, depuis  $31^{\circ}$  jusqu'à  $36^{\circ}$  de latitude. »

MÉCANIQUE. — *Sur la Statique graphique des arcs élastiques*. Note de M. BERTRAND DE FONTVIOLANT, présentée par M. Maurice Lévy.

« Dans son beau *Traité de Statique graphique*, M. Maurice Lévy a donné une théorie des arcs élastiques fondée sur des théorèmes qui peuvent, à volonté, être développés analytiquement ou graphiquement.

» Ces théorèmes reposent sur une hypothèse qui consiste à négliger les déformations de l'ordre de la tension longitudinale et de l'effort tranchant devant celles généralement beaucoup plus importantes dues au moment fléchissant.

» L'approximation qui résulte de cette hypothèse est d'ordinaire suffisante en pratique. Cependant il est des cas, notamment lorsqu'il s'agit d'arcs surbaissés, où les déformations dues à la tension longitudinale ont une importance telle qu'il est nécessaire d'en tenir compte dans les calculs et dans les épures. Aussi, avons-nous pensé qu'il y avait intérêt, au double point de vue de la théorie et des applications, à rechercher si l'on ne pourrait, par des modifications simples, introduire dans les théorèmes dont il s'agit les quantités actuellement négligées, tout en conservant à ces théorèmes leur forme d'ensemble qui se prête si bien aux développements graphiques.

» Dans le *Mémoire* dont cette Note donne l'analyse sommaire, nous établissons deux règles qui constituent la solution générale et complète de cette question : la première est relative à l'introduction de la tension longitudinale seule ; la seconde, à l'introduction simultanée de la tension longitudinale et de l'effort tranchant.

PREMIÈRE RÈGLE. — Soient  $E$  le coefficient d'élasticité constant ou variable de la matière dont est formé l'arc considéré,  $D$  le centre de gravité d'une section arbitrairement choisie,  $I$  le moment d'inertie et  $r$  le rayon de giration de cette section autour d'un axe mené par  $D$  perpendiculairement au plan de la fibre moyenne,  $M$  le moment fléchissant en cette même section.

» Posons

$$I' = 2I;$$

puis convenons d'appeler :

» 1° *Points conjugués* relatifs à la section considérée, les deux points  $H''$  et  $H'''$  obtenus en portant sur la normale en D à la fibre moyenne, au-dessus et au-dessous de D, deux longueurs  $DH'' = DH''' = r$ ;

» 2° *Moments conjugués* relatifs à la section D, les sommes des moments par rapport aux points  $H''$  et  $H'''$ , des forces extérieures appliquées à droite (ou à gauche) de cette section, sommes que nous représenterons par  $\mathfrak{K}'$ ;

» 3° *Lignes conjuguées*, les deux lieux formés par les points conjugués relatifs aux différentes sections de l'arc. Ces lignes et la fibre moyenne se correspondent point par point; nous désignerons par  $ds'$  l'élément de courbe qui, sur l'une ou l'autre ligne conjuguée, correspond à un élément  $ds$  de la fibre moyenne.

» Les propositions fondamentales sur lesquelles M. Maurice Lévy fait reposer la théorie des arcs portent, comme on le sait, sur certaines propriétés dont jouissent des forces fictives parallèles, d'intensité  $\frac{M ds}{EI}$ , appliquées aux divers éléments  $ds$  de la fibre moyenne de ces arcs.

» En remplaçant le moment fléchissant et la tension longitudinale en fonction des moments conjugués, soit dans les expressions classiques des déformations élastiques, soit dans celles que nous avons données dans un précédent Mémoire (1), on obtient de nouvelles formules générales qui conduisent immédiatement à la règle suivante :

» *Pour introduire les déformations de l'ordre de la tension longitudinale dans les théorèmes de la Statique graphique qui négligent ces quantités, il suffit d'y remplacer les forces fictives parallèles  $\frac{M ds}{EI}$ , appliquées aux divers éléments  $ds$  de la fibre moyenne, par des forces fictives  $\frac{\mathfrak{K}' ds}{EI}$ , parallèles aux premières et appliquées aux divers éléments  $ds'$  des deux lignes conjuguées.*

» SECONDE RÈGLE. — Toutes les notations autres que les suivantes restant celles précédemment indiquées, désignons par  $\lambda$  le rapport du coefficient d'élasticité longitudinale au coefficient d'élasticité transversale de la matière constituant l'arc, et posons

$$I' = 3I.$$

» Convenons maintenant d'appeler :

» 1° *Points conjugués* relatifs à une section de centre de gravité D, les

---

(1) *Sur les déformations élastiques dans les pièces à fibres moyennes (Comptes rendus, t. CVII, p. 383).*

trois points  $H''$ ,  $H'''$ ,  $H^{IV}$ , dont les coordonnées, rapportées à la tangente en D à la fibre moyenne comme axe des  $x$  et à la normale comme axe des  $y$ , sont les suivantes

$$\begin{aligned} x'' &= + \frac{r\sqrt{2\lambda}}{2}, & x''' &= + \frac{r\sqrt{2\lambda}}{2}, & x^{IV} &= - r\sqrt{2\lambda}, \\ y'' &= - \frac{r\sqrt{6}}{2}, & y''' &= + \frac{r\sqrt{6}}{2}, & y^{IV} &= 0; \end{aligned}$$

» 2<sup>o</sup> *Moments conjugués* relatifs à la section D, les sommes des moments rapportés aux trois points  $H''$ ,  $H'''$ ,  $H^{IV}$ , des forces extérieures appliquées à droite (ou à gauche) de cette section; nous représenterons ces sommes par  $\pi'$ ;

» 3<sup>o</sup> *Lignes conjuguées*, les trois lieux formés par les points conjugués relatifs aux différentes sections de l'arc. Ces lignes et la fibre moyenne se correspondent point par point; nous désignerons par  $d\sigma'$  l'élément d'arc qui, sur l'une quelconque des trois lignes conjuguées, correspond à un élément  $ds$  de la fibre moyenne.

» Cela posé, par une analyse fondée sur une substitution analogue à celle indiquée plus haut, nous avons établi de nouvelles formules générales, dont la règle suivante est une conséquence immédiate :

» *Pour introduire les déformations de l'ordre de la tension longitudinale et de l'effort tranchant dans les théorèmes de la Statique graphique qui négligent ces quantités, il suffit d'y remplacer les forces fictives parallèles  $\frac{M ds}{EI}$ , appliquées aux divers éléments  $ds$  de la fibre moyenne, par des forces fictives  $\frac{\pi' ds}{EI}$ , parallèles aux premières et appliquées aux divers éléments  $d\sigma'$  des trois lignes conjuguées.*

» APPLICATIONS ET CONSÉQUENCES. — Les deux règles que nous venons d'énoncer généralisent les théorèmes relatifs aux arcs élastiques, sans en changer la forme d'ensemble; il en résulte que le développement analytique ou graphique des théorèmes généralisés est entièrement analogue à celui des théorèmes primitifs.

» Notre Mémoire contient les principales applications et conséquences de ces règles : outre la généralisation des beaux théorèmes de M. Maurice Lévy sur la ligne de poussée des arcs de différents types, nous croyons devoir signaler ici la généralisation des théorèmes que nous avons établis

dans un précédent Mémoire (1) en ce qui concerne la construction des déformations élastiques des pièces courbes et la détermination des diverses lignes d'influence des arcs encastrés aux deux extrémités. »

ÉLECTRICITÉ. — *Recherches théoriques et expérimentales sur la bobine de Ruhmkorff.* Note de M. R. COLLEY, présentée par M. A. Cornu.

« Le mouvement de l'électricité dans deux circuits, inducteur et induit, tel qu'il a lieu dans les bobines d'induction, peut être formulé par un système d'équations différentielles simultanées; par des procédés ordinaires d'élimination, elles se réduisent à une seule équation linéaire à coefficients constants, du quatrième ordre pour un circuit induit ouvert, du troisième pour un circuit fermé. La solution de cette équation ne présente, en principe, aucune difficulté, mais elle apparaît sous une forme très compliquée, qui rend difficile son interprétation physique.

» Le problème se simplifie singulièrement si l'on néglige comme première approximation la réaction du circuit induit sur le circuit inducteur. En effet, la force électromotrice, par laquelle se traduit cette réaction, est de la forme  $M \frac{dI}{dt}$ ,  $M$  étant le coefficient d'induction mutuelle des deux circuits,  $I$  l'intensité du courant induit. L'induction propre du circuit secondaire, généralement très grande à cause du grand nombre de spires, s'oppose aux variations brusques du courant  $I$ ; la dérivée  $\frac{dI}{dt}$  n'atteint donc jamais de grandes valeurs, quelle que soit l'intensité absolue du courant; mais, vu la grande résistance du circuit induit quand il est fermé, cette intensité est généralement faible, malgré la force électromotrice considérable qui la produit. A plus forte raison, quand le circuit est ouvert,  $I$  ne peut atteindre que des valeurs très petites, car dans ce cas le courant ne produit que des charges statiques sur les couches extrêmes et sur les bornes de la bobine. Dans les expériences décrites plus loin, des bobines supplémentaires à fil gros et court étaient en outre introduites dans le circuit inducteur, de sorte que la réaction du circuit secondaire ne s'exerçait

---

(1) *Comptes rendus*, t. CVIII, *Sur la détermination des forces élastiques et de leurs lignes d'influence dans les poutres pleines et réticulaires assujetties à des conditions surabondantes.*

que sur une partie du circuit primaire, c'est-à-dire sur la bobine inductrice proprement dite.

» Nous supposerons donc le mouvement de l'électricité dans le circuit inducteur indépendant de la présence du circuit induit.

» La présence d'un condensateur dans lequel se précipite l'extra-courant après la rupture du circuit de la pile, la faible résistance et l'induction propre considérable du circuit inducteur sont autant de conditions favorables pour que le mouvement de l'électricité y prenne un caractère *oscillatoire*. Nous poserons donc pour ce circuit

$$(1) \quad i = Ae^{-\alpha t} \cos \frac{2\pi}{\tau} t + Be^{-\alpha t} \sin \frac{2\pi}{\tau} t.$$

$i$  est l'intensité du courant au moment  $t$ ;  $\tau$  la période d'oscillation, approximativement égale à  $2\pi\sqrt{lc}$ ,  $l$  étant le coefficient de self-induction,  $c$  la capacité du condensateur;  $\alpha = \frac{r}{2l}$ ,  $r$  représentant la résistance;  $A$  et  $B$  sont des constantes déterminées par les conditions initiales du problème.

» L'équation différentielle du mouvement de l'électricité dans le circuit induit s'obtiendra en écrivant que le produit du courant  $I$  par la résistance  $R$  est égal à la somme des forces électromotrices. Nous n'examinerons pour le moment que le cas d'un circuit fermé. Nous aurons

$$(2) \quad IR = -M \frac{di}{dt} - L \frac{dI}{dt}.$$

» Le premier terme du second membre représente l'action du circuit primaire sur le circuit induit, le second l'induction propre de ce dernier. La dérivée  $\frac{di}{dt}$  est ici une fonction déterminée du temps, qu'on tire par différentiation de l'équation (1). L'intégrale de l'équation (2), en tenant compte de la condition  $I = 0$  pour  $t = 0$ , peut être mise sous la forme

$$(3) \quad I = -ae^{-\frac{R}{L}t} + ae^{-\alpha t} \cos \frac{2\pi}{\tau} t + be^{-\alpha t} \sin \frac{2\pi}{\tau} t,$$

$a$  et  $b$  étant des constantes. Les deux derniers termes peuvent être réunis en un seul par un changement approprié d'amplitude et de phase.

» On voit donc que le courant  $I$  résulte de la superposition de deux courants, l'un *non périodique*, diminuant d'après la loi d'une courbe exponentielle, l'autre *périodique* avec amplitude progressivement décroissante.

» L'expérience a parfaitement confirmé ces prévisions théoriques. L'étude expérimentale du courant induit a été effectuée en le faisant passer par un tube Geissler, et en examinant la décharge au moyen d'un miroir tournant. Un tube spectral ordinaire fut recouvert de papier noir: une fente longitudinale, pratiquée dans le papier, était tournée vers le miroir pendant les expériences.

» Avec une bobine de Ruhmkorff de grandes dimensions (étincelle de 0<sup>m</sup>,30 à 0<sup>m</sup>,50) et en introduisant dans le circuit inducteur quelques bobines supplémentaires, le phénomène présentait l'aspect suivant. On voyait une série de bandes lumineuses, séparées par des intervalles qui n'étaient pas complètement obscurs, mais seulement d'une intensité moindre. Ces bandes s'effaçaient peu à peu et se transformaient par une transition insensible en une queue lumineuse homogène, d'intensité progressivement décroissante. En changeant le nombre des bobines supplémentaires, ou la capacité du condensateur, on voyait les bandes changer de largeur, tout en conservant le même aspect général, ce qui prouvait bien qu'elles étaient dues à un courant oscillatoire qui se superposait à un courant non périodique. L'absence d'intervalles obscurs entre les bandes prouvait que la somme algébrique des deux courants ne devenait jamais nulle, ou plutôt ne descendait jamais au-dessous d'un certain minimum d'intensité, capable d'être transmis par le tube Geissler. Il est évident que le phénomène ne peut présenter l'aspect décrit que quand le courant non périodique, sur lequel se superpose le courant oscillatoire, diminue plus lentement que ce dernier.

» Avec une bobine de dimensions moindres (toutes choses égales d'ailleurs), le phénomène était tout autre. Les bandes lumineuses étaient séparées par des intervalles tout à fait obscurs, et au milieu de chaque intervalle apparaissait une nouvelle bande plus mince. En examinant le phénomène dans le voisinage des électrodes, où il présentait un aspect différent suivant la direction du courant, on s'assurait facilement que le courant correspondant aux bandes minces était inverse par rapport à la direction principale de la décharge. Ici évidemment la partie non périodique du courant diminue vite, de sorte que ces sinuosités de la courbe représentant le courant total coupent l'axe des abscisses, et l'ordonnée change périodiquement de signe.

» Il est facile de se rendre compte de toutes ces particularités. La partie non périodique du courant ne dépend, d'après l'équation (3), que du circuit secondaire. Son coefficient d'extinction  $\frac{R}{L}$  est moindre pour les grandes



bobines que pour les petites ; car, pour une grosseur donnée du fil, la résistance augmente comme le nombre des spires, le coefficient de self-induction à peu près comme le carré de ce nombre. On peut s'assurer que cette explication est exacte par l'expérience simple que voici. Quand on introduit une grande résistance, par exemple un cordon mouillé, dans le circuit induit de la grande bobine, le phénomène présente exactement le même aspect qu'avec la petite bobine toute seule.

» J'ajouterai que les bandes lumineuses décrites peuvent être vues même sans l'introduction des bobines supplémentaires dans le circuit inducteur. Seulement, elles sont minces et peu régulières. Le condensateur doit être de capacité suffisante et bien isolant. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur les conductibilités des phénols et des acides oxybenzoïques.* Note de M. DANIEL BERTHELOT, présentée par M. Lippmann.

« Poursuivant mes recherches sur l'étude des fonctions mixtes, je me suis proposé d'examiner, au moyen des conductibilités électriques, les trois acides oxybenzoïques et de rechercher la manière dont ils se comportent en présence de 1, 2 ou 3 molécules de soude. Ces acides réunissant la fonction phénol et la fonction acide, j'ai été amené à mesurer d'abord la conductibilité des phénates alcalins. Les dissolutions dont il sera question contiennent  $\frac{1}{100}$  d'équivalent par litre. Les mesures ont été faites avec l'électromètre de M. Lippmann. J'ai trouvé vers 10° les nombres suivants :

|                            |       |
|----------------------------|-------|
| Chlorure de potassium..... | 1,000 |
| Potasse.....               | 1,737 |
| Soude.....                 | 1,580 |
| Baryte.....                | 1,538 |
| Chaux.....                 | 1,547 |
| Ammoniaque.....            | 0,091 |
| Phénol.....                | 0,011 |

» Ceci posé, j'ai mélangé à équivalents égaux le phénol et les divers alcalis :

|                       | Observé. | Moyenne $\mu$ . | Différence $\Delta$ . | Abaissement $\frac{\Delta}{\mu}$ . |
|-----------------------|----------|-----------------|-----------------------|------------------------------------|
| Phénol + potasse..... | 0,755    | 0,874           | 0,119                 | 0,13                               |
| Phénol + soude.....   | 0,579    | 0,795           | 0,216                 | 0,27                               |
| Phénol + chaux.....   | 0,570    | 0,779           | 0,209                 | 0,27                               |
| Phénol + baryte.....  | 0,615    | 0,774           | 0,159                 | 0,20                               |

» On voit que les conductibilités observées sont notablement inférieures à la moyenne des conductibilités.

» L'abaissement de conductibilité est d'environ un quart pour la soude et la chaux, un cinquième pour la baryte.

» J'ai pris ensuite la conductibilité de l'acide benzoïque seul ou mélangé avec  $\frac{1}{2}$ , 1, 2 et 3 équivalents de soude, cet acide présentant le type de la fonction simple dans la série aromatique :

|  | Observé. | Moyenne $\mu$ . | Différence $\Delta$ . |
|--|----------|-----------------|-----------------------|
| Acide benzoïque.....                             | 0.215    | "               | "                     |
| $\frac{1}{2}$ (2 acide benzoïque + 1 soude)..... | 0.227    | 0.670           | 0.443                 |
| $\frac{1}{2}$ (1 acide benzoïque + 1 soude)..... | 0.300    | 0.897           | 0.597                 |
| $\frac{1}{2}$ (1 acide benzoïque + 2 soude)..... | 0.678    | 1.125           | 0.447                 |
| $\frac{1}{2}$ (1 acide benzoïque + 3 soude)..... | 0.911    | 1.238           | 0.327                 |

» La conductibilité observée est inférieure à la conductibilité moyenne; la différence est maximum pour le mélange à équivalents égaux, ce qui correspond au maximum de combinaison; l'abaissement de conductibilité  $\frac{\Delta}{\mu}$ , pour ce mélange, est 0,66, soit de  $\frac{2}{3}$ . Il est donc très supérieur à celui des phénates.

» On constaterait d'ailleurs, par un mode de calcul exposé dans une Note antérieure, que le second équivalent de soude a encore une action propre, bien qu'assez faible, mais que le troisième n'a plus aucune action.

» Voici maintenant les conductibilités des acides oxybenzoïques seuls ou mélangés à 1, 2, 3 équivalents de soude :

|  | Observé. | Moyenne. | Différence. | $\frac{\Delta}{\mu}$ . |
|--|----------|----------|-------------|------------------------|
| Acide salicylique.....                         | 0.866    | "        | "           | "                      |
| $\frac{1}{2}$ (acide salicylique + 1 soude)... | 0.303    | 1.223    | 0.920       | 0.75                   |
| $\frac{1}{2}$ (acide salicylique + 2 soude)... | 0.580    | 1.342    | 0.762       | "                      |
| $\frac{1}{2}$ (acide salicylique + 3 soude)... | 0.779    | 1.401    | 0.622       | "                      |
| Acide métoxybenzoïque.....                     | 0.335    | "        | "           | "                      |
| $\frac{1}{2}$ (acide méta + 1 soude).....      | 0.285    | 0.957    | 0.672       | 0.70                   |
| $\frac{1}{2}$ (acide méta + 2 soude).....      | 0.423    | 1.165    | 0.742       | "                      |
| $\frac{1}{2}$ (acide méta + 3 soude).....      | 0.613    | 1.268    | 0.655       | "                      |
| Acide paroxybenzoïque.....                     | 0.214    | "        | "           | "                      |
| $\frac{1}{2}$ (acide para + 1 soude).....      | 0.287    | 0.897    | 0.610       | 0.68                   |
| $\frac{1}{2}$ (acide para + 2 soude).....      | 0.434    | 1.125    | 0.691       | "                      |
| $\frac{1}{2}$ (acide para + 3 soude).....      | 0.594    | 1.238    | 0.644       | "                      |

» On peut tirer de ce Tableau les conclusions suivantes :

» 1° Les trois acides isomères ont des conductibilités bien distinctes et

décroissant dans l'ordre ortho, méta, para; la conductibilité de l'acide para se confond avec celle de l'acide benzoïque.

» 2° Quand on sature les trois acides par 1 équivalent de soude, on obtient des nombres très voisins entre eux et voisins de celui que donne l'acide benzoïque dans les mêmes conditions. L'abaissement de conductibilité est de  $\frac{3}{4}$  pour l'acide ortho, de  $\frac{7}{10}$  pour l'acide méta et de  $\frac{2}{3}$  environ pour l'acide para. Ce dernier nombre est à peu près le même que pour l'acide benzoïque.

» 3° Le parallélisme entre les acides méta et para se poursuit quand on ajoute un deuxième et un troisième équivalent de soude, les conductibilités restant voisines, mais ils se différencient tous deux de l'acide benzoïque, aussi bien l'acide para que l'acide méta. La deuxième molécule de soude a une action propre considérable, la troisième une action plus faible, mais encore notable.

» L'adjonction de la fonction phénol à la fonction acide est donc mise en évidence par la mesure des conductibilités.

» 4° L'acide salicylique offre, pour les mélanges correspondants, des conductibilités bien différentes de celles des acides méta et para. La deuxième et la troisième molécule de soude ont chacune une action propre, bien que notablement moins forte qu'avec les acides méta et para. La différence  $\Delta$  est maximum après l'adjonction d'une molécule de soude, tandis que chez les acides méta et para elle n'atteint son maximum qu'à la deuxième molécule. Il semble que, chez l'acide salicylique, la fonction phénol joue un rôle plus effacé par rapport à la fonction acide que chez ses deux isomères. C'est ce que les mesures thermochimiques montrent pareillement, d'après les expériences de MM. Berthelot et Werner. »

PHYSIQUE. — *Les lois du recuit et leurs conséquences au point de vue des propriétés mécaniques des métaux.* Note de M. **ANDRÉ LE CHATELIER**, présentée par M. Daubrée.

« Dans une Communication antérieure (1), j'ai signalé ce fait, que tout métal, à partir d'une certaine température, peut s'allonger jusqu'à rupture sous l'action de charges constantes, la vitesse d'allongement croissant avec

---

(1) *Influence de la température sur les propriétés mécaniques des métaux* (*Comptes rendus*, 1<sup>er</sup> juillet 1889).

la grandeur de la charge. J'ai désigné ce phénomène sous le nom d'*allongement par recuit*, l'attribuant à l'effet du recuit qui détruit l'érouissage au fur et à mesure de sa production.

» En poursuivant mes recherches, j'ai reconnu que l'allongement par recuit est un fait beaucoup plus général que je ne l'avais d'abord supposé, et qu'il se produit pour tous les métaux à toutes les températures sous l'influence non seulement des charges suffisant à provoquer la rupture, mais de toutes celles qui donnent lieu à une déformation permanente. En généralisant cette observation, j'ai été amené à conclure que tous les allongements permanents sont des allongements par recuit, et qu'une force ne produit sur un métal, au moment même de son application, qu'une déformation élastique qui se transforme progressivement en déformation permanente sous l'influence du recuit. Mais le plus souvent la marche du phénomène est assez rapide pour que l'on ne puisse en observer que la terminaison.

» Toutes les variations, soit avec le temps, soit avec la température, des propriétés mécaniques des métaux doivent être des conséquences immédiates des lois qui régissent le recuit. J'ai étudié ces lois en chauffant, à des températures et pendant des temps variables, des fils métalliques érouis par une série de passages à la filière, puis les essayant à la traction après refroidissement. Les résultats de ces expériences m'ont conduit aux énoncés suivants, dans lesquels l'état d'érouissage d'un métal est défini par sa limite élastique et sa résistance à la rupture mesurées à la température ordinaire :

» 1° A une même température, la valeur de l'érouissage va constamment en décroissant sous l'influence du recuit, en tendant vers une valeur limite déterminée avec une vitesse qui peut être très grande au début du recuit et devient de plus en plus faible à mesure qu'elle se rapproche de sa limite.

» 2° La valeur limite de l'érouissage, après un recuit prolongé à une température donnée, est d'autant plus faible que cette température est elle-même plus élevée.

» Les exemples suivants font ressortir ce mode d'action du recuit. L et R sont l'effort limite d'élasticité et l'effort de rupture mesurés à la température ordinaire et rapportés à  $1^{\text{mm}}$  de section initiale du fil :

*Fil de cuivre écroui* : L = 42<sup>k</sup>, R = 43<sup>k</sup>.

| Durée<br>du<br>recuit.    | Recuit       |              |              |              |              |              |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                           | L à 300°.    |              | L à 350°.    |              | L à 430°.    |              |
| <sup>h</sup> <sup>m</sup> | <sup>k</sup> | <sup>k</sup> | <sup>k</sup> | <sup>k</sup> | <sup>k</sup> | <sup>k</sup> |
| 0. 12.....                | 39,5         | 41           | 26,5         | 33,8         | 11           | 27,2         |
| 0. 15.....                | 33           | 37           | 11           | 27,2         | »            | 26,6         |
| 1 .....                   | 26           | 33,6         | »            | 26,9         | »            | 26,5         |
| 5 .....                   | 12           | 27,4         | »            | 26,9         | »            | 26,5         |
| 10 .....                  | »            | 27,1         | »            | 26,9         | »            | 26,5         |

» 3° La valeur limite à laquelle l'écrouissage est ramené par un recuit prolongé, à une température donnée, croît avec sa valeur initiale avant recuit, mais croît moins rapidement.

» Je citerai comme exemple les chiffres suivants de résistance à la rupture :

|                                   |                    |                    |                    |
|-----------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Avant recuit.....                 | 27 <sup>k</sup> ,5 | 32 <sup>k</sup>    | 43 <sup>k</sup>    |
| Après recuit prolongé à 350°..... | 25 <sup>k</sup> ,7 | 26 <sup>k</sup> ,3 | 27 <sup>k</sup> ,1 |

» La discussion de ces lois conduit aux conséquences suivantes :

» 1° *A une même température*, un métal se déforme sous l'action d'une charge donnée avec une vitesse constamment décroissante et en tendant vers un état d'équilibre déterminé.

» La grandeur des déformations, correspondant aux différents états d'équilibre, croît plus vite que celle des charges qui les ont produites.

» La charge de rupture obtenue dans un essai de traction à vitesse de mise en charge constante va en croissant avec cette vitesse. Dans les mêmes conditions, une même charge donne lieu à des allongements qui diminuent quand la vitesse de traction augmente.

» Les déformations produites par des chocs de même intensité sont d'autant plus faibles que la vitesse du choc est plus grande.

» 2° *Quand la température augmente*, toutes choses égales d'ailleurs, les déformations produites par une même charge vont en croissant; les résistances à la rupture vont en décroissant.

» Toutes ces conclusions sont vérifiées par l'expérience. J'ai déjà étudié l'influence de la température dans la Communication précitée.

» Je donne dans le Tableau ci-dessous des résultats qui rendent compte des variations, à une même température, de la résistance à la rupture avec la vitesse de traction pour des métaux préalablement recuits.

|                      | Durée de l'essai.  |                    |                    |                   |                   |            |
|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|------------|
|                      | 30 <sup>m</sup> .  | 1 <sup>m</sup> .   | 5 <sup>m</sup> .   | 15 <sup>m</sup> . | 60 <sup>m</sup> . | Indéfinic. |
| Fer fondu à 15°..... | 39,7 <sup>kg</sup> | 38,8 <sup>kg</sup> | 37,6 <sup>kg</sup> | 37 <sup>kg</sup>  | 36 <sup>kg</sup>  | »          |
| Aluminium à 15°..... | 14,9               | 14,6               | 14,4               | 14,2              | 13,4              | »          |
| Zinc à 15°.....      | »                  | 24                 | 21                 | 16,5              | 11,5              | 5          |
| Cuivre à 15°.....    | 27,8               | 27,1               | 26,3               | 25,8              | 25,1              | 23,8       |
| Id. à 200°.....      | 20,7               | 20,2               | 19,7               | 19,1              | 17,7              | 15         |
| Id. à 300°.....      | 17,7               | »                  | »                  | 15                | 13                | 9,5        |
| Id. à 400°.....      | 14                 | 13                 | 11,6               | 9,7               | 7,5               | 3          |

» Les chiffres de la dernière colonne de ce Tableau représentent la charge maxima que ce métal peut supporter indéfiniment sans se rompre à la température considérée. Ils ont été obtenus par extrapolation d'une courbe représentant les temps au bout desquels le métal s'est rompu sous l'action d'une série de charges de valeur décroissante en fonction de ces charges. »

CHIMIE. — *Sur les indices de réfraction des solutions salines.*

Note de M. B. WALTER.

« Depuis la publication de mes recherches *Sur les indices de réfraction des dissolutions salines* (*Wiedemann's Annalen*, 38, p. 107; 1889), plusieurs savants ont déjà soumis à l'Académie, sur le même sujet, des travaux dans lesquels, comme dans le mien, la richesse en centièmes de la dissolution (évaluée en grammes de sel anhydre pour 100<sup>gr</sup> de dissolution) et le poids moléculaire du sel forment les bases du calcul.

» M. E. Doumer (1) a récemment augmenté considérablement le nombre des sels étudiés (2), et il a aussi examiné les sels doubles; ce que je n'avais fait que pour une couleur déterminée et pour le pouvoir réfringent des dissolutions salines, MM. Barbier et Roux l'ont fait récemment pour le pouvoir dispersif, de manière qu'on se trouve ici en face de résultats qui conduisent à des comparaisons théoriques.

» Tout en réservant pour une autre occasion la description de mes tra-

(1) *Comptes rendus*, t. CX, p. 40 et 139; 1890.

(2) Je n'ai pas seulement, comme le dit M. Doumer, étudié 8 sels, mais bien 19; en outre, je pouvais, pour 8 des sels les plus importants, déduire les résultats des observations dues à plusieurs anciens observateurs; elles concordaient avec les miennes.

vauX à ce sujet, je veux seulement citer actuellement une différence fondamentale entre mes observations et celles de M. Doumer.

» Ce savant, outre les faits indiqués déjà par moi, a déduit de ses observations une proposition que je suis amené à contester, d'après mes recherches. Les pouvoirs réfringents moléculaires des sels seraient des fonctions du *nombre des valences de l'élément métallique* qui entre dans la constitution des sels; de sorte que d'après M. Doumer, par exemple, les sels du groupe  $\text{CuSO}^4$ ,  $\text{FeSO}^4$  posséderaient le même pouvoir réfringent moléculaire que les sels du groupe  $\text{K}^2\text{SO}^4\text{Na}^2\text{SO}^4$ , et un pouvoir double de celui du groupe  $\text{KCl}$ ,  $\text{NaCl}$ .

» D'après mes observations, au contraire, le pouvoir réfringent moléculaire des sels cités en premier lieu s'élève plutôt au *triple* de celui du dernier groupe et vaut  $\frac{3}{2}$  de celui du groupe intermédiaire. Je pourrais citer encore de nombreux autres sels qui, d'après mes observations, ne s'accordent pas avec la proposition de M. Doumer. »

THERMOCHIMIE. — *Action de l'hyposulfite de soude sur les sels d'argent.*

Note de M. J. FOCH.

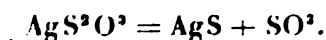
« La décomposition du nitrate d'argent par l'hyposulfite de soude est accompagnée d'un dégagement de chaleur considérable. Opérée avec les sels dissous chacun dans 2<sup>lit</sup> par équivalent, elle dégage, vers 15°, 23<sup>Cal</sup>. Elle n'est complète qu'au bout de quatre ou cinq minutes. Les produits qui en résultent sont le sulfure d'argent, le nitrate de soude et l'acide sulfurique dissous, les proportions quantitatives de ces corps répondant exactement à l'équation suivante :



» D'après le calcul théorique, cette réaction dégagerait 22<sup>Cal</sup>, 6, soit à peine moins que la quantité réellement observée; le résultat calculé étant déduit d'un grand nombre de données thermochimiques qui dépendent elles-mêmes des diverses conditions d'expérience, son exactitude ne peut être qu'approximative.

» Pour comprendre le mécanisme de la réaction, il est nécessaire d'admettre deux phases successives : la phase primaire comprenant la formation du nitrate de soude et de l'hyposulfite d'argent, la phase secondaire comprenant la décomposition de l'hyposulfite d'argent en sulfure et acide

sulfurique d'après l'équation suivante :



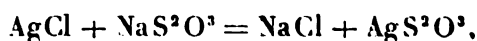
» Cette décomposition s'observe facilement au changement de couleur du précipité, qui n'est blanc qu'au moment même où l'on mélange les deux liqueurs. La transformation est trop rapide pour qu'on puisse déterminer, à l'aide du thermomètre, la quantité de chaleur correspondant à chacune des deux phases. On peut cependant l'évaluer en prenant pour chaleur de formation de l'hyposulfite d'argent par les éléments le nombre calculé par analogies de  $52^{Cal}$ . On trouve ainsi que la phase primaire dégagerait  $2^{Cal},6$ , tandis que la phase secondaire serait accompagnée d'un dégagement de chaleur qui s'élève à  $20^{Cal}$ . L'importance de cet effet thermique explique pourquoi l'hyposulfite d'argent se décompose entièrement, aussitôt après sa formation et sans l'intervention d'aucune énergie étrangère.

» L'hyposulfite d'argent perd cette propriété caractéristique en se combinant aux hyposulfites alcalins, pour former des hyposulfites doubles. Cette combinaison est elle-même accompagnée d'un dégagement de chaleur si considérable, que les sels doubles qui en résultent sont parfaitement stables et résistent même à l'action de l'eau bouillante.

» Ainsi, lorsqu'en opérant sur les mêmes liqueurs d'hyposulfite de soude et de nitrate d'argent, on mélange 1 volume de celle-ci avec 10 volumes de celle-là, le précipité blanc, formé au moment du mélange, se redissout immédiatement sans éprouver aucune décomposition. La réaction totale dégage, vers  $12^{\circ}$ ,  $20^{Cal}$ . Déduction faite des  $2^{Cal},6$  qui répondent à la double décomposition primaire, on voit que la dissolution de l'hyposulfite d'argent dans un excès d'hyposulfite de soude dégage  $17^{Cal},4$ . Ce chiffre exprime la chaleur de formation de l'hyposulfite double d'argent et de soude dissous à partir de l'hyposulfite de soude dissous.

» A l'aide de cette donnée, on peut se rendre compte de l'action de l'hyposulfite de soude sur les sels haloïdes d'argent.

» En effet, la décomposition du chlorure d'argent par l'hyposulfite de soude, d'après la réaction suivante



ne pourrait s'effectuer par elle-même, parce qu'elle serait accompagnée d'une absorption de chaleur de  $-13^{Cal}$ . Cependant cette quantité de chaleur se trouvant plus que compensée par les  $17^{Cal},4$  que dégage la redissolution de l'hyposulfite d'argent dans un excès d'hyposulfite de soude, il



résulte que ce dernier sel peut dissoudre le chlorure d'argent et même qu'il doit le dissoudre, en dégageant une quantité de chaleur égale à  $4^{\text{Cal}},4$ . Ce dégagement de chaleur a été confirmé exactement par l'expérience directe.

» Une considération analogue explique la dissolution du bromure d'argent par l'hyposulfite de soude, tout en montrant que le bromure se trouve placé précisément à la limite à laquelle la dissolution peut encore avoir lieu; car la décomposition du bromure par l'hyposulfite absorbe  $-17^{\text{Cal}},3$ , quantité à peine inférieure à la chaleur de redissolution de l'hyposulfite d'argent.

» Quant à l'iodure d'argent, sa dissolution n'est plus possible sans le concours d'une énergie étrangère. En effet, la décomposition de ce sel par l'hyposulfite de soude absorbe  $-24^{\text{Cal}},2$ , c'est-à-dire une quantité de chaleur si grande qu'elle ne pourrait être compensée par la chaleur de formation du sel double.

» Ce résultat est pleinement confirmé par l'expérience. Une liqueur contenant l'hyposulfite double d'argent et de soude est précipitée par l'iodure de potassium, tandis qu'elle n'est point altérée par l'addition d'un chlorure ou d'un bromure dissous (1). »

HISTOIRE DE LA CHIMIE. — *Sur la métallurgie précolombienne au Venezuela.*  
Note de M. V. MARCANO.

« La connaissance de la composition d'objets métalliques anciens, dont le lieu d'origine, ainsi que la date relative soient incontestables, a une grande importance pour l'histoire des progrès de l'humanité.

» M. Berthelot a établi déjà d'une façon évidente, par l'analyse chimique d'un objet en métal datant de près de quatre mille ans avant notre ère, que l'âge du bronze a été précédé d'un âge du cuivre (BERTHELOT, *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 923).

» Une fois le fait de l'ancienneté de la métallurgie du cuivre bien établi pour l'ancien monde, il est intéressant de faire des recherches dans cette voie pour le nouveau continent.

» Déjà Vauquelin, au commencement du siècle, avait analysé un ciseau en métal provenant des Incas du Pérou, et récemment, en 1883, M. Damour

---

(1) Paris, laboratoire de M. Berthelot.

avait déterminé la composition d'un autre instrument semblable, rapporté de Quito par Boussingault : les deux objets, d'une composition presque identique, étaient formés par un alliage de cuivre et d'étain (BOUSSINGAULT, *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 545).

» Les explorations anthropologiques du Venezuela dont j'ai été chargé en 1887, par le gouvernement de ce pays, ont mis à jour parmi les précolombiens du littoral, une civilisation qu'on ne s'attendait pas à trouver chez des peuples qui étaient considérés, d'après les récits intéressés des historiens espagnols, comme des tribus barbares aussi peu avancées que celles qui errent dans les savanes du haut Orénoque (D<sup>r</sup> G. MARCANO, *Ethnographie précolombienne du Venezuela. Vallées d'Aragua et de Caracas*).

» Mais les nombreuses fouilles que j'ai pratiquées n'ont point décelé le moindre objet en métal parmi la grande quantité de toute sorte qu'elles ont permis de collectionner.

» Malgré le témoignage explicite des historiens de la conquête du Venezuela qui signalent l'existence d'objets métalliques chez les indigènes de la contrée, de Humboldt nie l'existence de la métallurgie chez eux, en se basant sur l'étude géognostique qu'il avait faite en parcourant le pays, laquelle ne lui avait révélé la présence même probable d'aucun gisement aurifère. L'illustre voyageur explique la présence de ces objets en or chez les Indiens par leur commerce de proche en proche avec ceux de la Cordillère, communications qui du reste sont loin d'être démontrées.

» J'ai eu l'occasion de découvrir près de San Juan de los Morros une mine d'or exploitée par les Précolombiens, comme l'atteste une excavation de 20<sup>m</sup> de diamètre sur au moins autant de profondeur, pratiquée au milieu de la ligne de faite de la colline qui contient le gisement. Le minerai qui forme le filon, presque vertical, est une roche schisteuse, tendre, complètement désagrégée, contenant de l'or et de l'argent respectivement dans la proportion de 30<sup>gr</sup> et de 1<sup>gr</sup> par tonne. Le minerai cède au simple lavage à la battée le quart de l'or qui y est contenu.

» Il y a peu de jours, près du village de Teques, situé à une trentaine de kilomètres de Caracas, la pioche du terrassier a mis à découvert plusieurs sarcophages en poterie contenant des ossements, des ornements en matières diverses et un certain nombre d'objets en métal qui, malheureusement, ont été distribués entre plusieurs personnes. Il m'a été possible de me procurer trois de ces objets sur lesquels j'ai prélevé des limailles pour en pratiquer les analyses, dont les résultats font l'objet de cette Note.

» Le premier est une médaille circulaire, qui porte sur une de ses faces un dessin en repoussé figurant un scorpion ou quelque chose de semblable.

» Les nos II et III sont des pendeloques, obtenues par fusion et dont l'exécution est assez réussie.

» Les analyses ont donné :

|                           | I.              | II.                  | III.                |
|---------------------------|-----------------|----------------------|---------------------|
| Poids de l'objet. . . . . | » <sup>gr</sup> | 15,170 <sup>gr</sup> | 6,196 <sup>gr</sup> |
| Or. . . . .               | 13,3            | 23,7                 | 7,6                 |
| Argent. . . . .           | 73,3            | 5,8                  | traces              |
| Cuivre. . . . .           | 13,4            | 47,6                 | 38,4                |
| Fer. . . . .              | »               | 22,9                 | 54,0                |
|                           | <hr/> 100,0     | <hr/> 100,0          | <hr/> 100,0         |

» On peut admettre que le n° I ait été fabriqué par martelage avec de l'or natif très riche en argent et renfermant du cuivre, comme c'est parfois le cas dans les produits extraits par moi de la mine d'or que je viens de rapporter.

» Mais les nos II et III sont incontestablement le résultat d'un alliage *ad hoc*.

» En effet, à une portée de fusil de l'endroit où ont été déterrés les sarcophages, se trouve un filon de cuivre qui affleure à flanc de coteau et se compose de carbonate de cuivre intimement mélangé à de l'oxyde de fer. Il ne renferme ni or ni argent.

» Par contre, l'histoire mentionne une mine d'or exploitée par les Indiens avant la conquête et située près de Teques, mais dans une direction opposée à celle de la mine de cuivre.

» Les objets analysés me semblent intéressants parce qu'ils révèlent l'existence au Venezuela d'une métallurgie précolombienne qui, loin de se borner à l'extraction de l'or natif, était arrivée à faire des alliages du métal précieux avec celui qu'on pouvait obtenir en réduisant les minerais de cuivre ferrifère. »

CHIMIE ORGANIQUE. -- *Influence de la constitution chimique des dérivés du carbone sur le sens et les variations de leur pouvoir rotatoire.* Note de M. PHILIPPE-A. GUYE, présentée par M. Friedel.

« Si l'on admet, avec MM. Le Bel et van t'Hoff, que les valences du carbone sont dirigées vers les quatre sommets d'un tétraèdre régulier, et si l'on appelle *plans de symétrie du carbone* les six plans de symétrie qui caractérisent le composé  $CR^4$ , il est évident que, tant que le carbone restera symétrique, le centre de gravité de la molécule se trouvera dans un au moins de ces six plans de symétrie, et qu'au contraire ce centre de gravité sera situé en dehors de chacun de ces six plans dès que le carbone deviendra asymétrique. Désignons par  $d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6$  les distances du centre de gravité de la molécule à chacun des plans de symétrie du carbone, le produit de ces distances  $d_1 \times d_2 \times d_3 \times d_4 \times d_5 \times d_6$ , que j'appelle *produit d'asymétrie*, restera nul tant que le carbone sera symétrique (l'un au moins des six facteurs étant nul), et prendra des valeurs différentes de zéro dès que le carbone sera asymétrique. En outre, si l'on donne un signe + ou - à ces distances, comptées d'un côté ou de l'autre de chacun des plans de symétrie, le produit d'asymétrie sera positif ou négatif, suivant que le nombre des facteurs négatifs sera pair ou impair.

» Le produit d'asymétrie peut donc servir à évaluer l'asymétrie du carbone, et il est dès lors assez naturel de supposer que le pouvoir rotatoire subit les mêmes variations que ce produit.

» Pour vérifier cette hypothèse, j'en ai déduit quelques conséquences susceptibles d'être plus facilement contrôlées par l'expérience; je n'en reproduirai pour le moment que trois :

» I. Toutes les fois que, par le fait d'une substitution d'un élément ou radical par un autre, le centre de gravité de la molécule reste des mêmes côtés des plans de symétrie du carbone, le pouvoir rotatoire du dérivé substitué ainsi obtenu doit conserver le même signe.

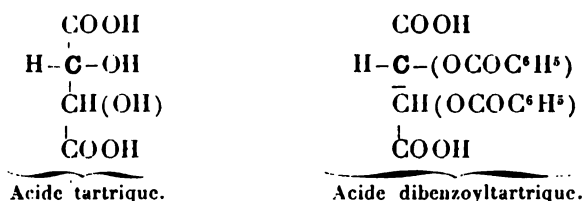
» II. Si, par suite d'une substitution, le centre de gravité de la molécule s'éloigne des plans de symétrie, le pouvoir rotatoire du substitué doit être plus grand que celui du corps dont il dérive; il doit être au contraire plus petit, si le centre de gravité se rapproche des plans de symétrie.

» III. Si, par suite d'une substitution, le centre de gravité se déplace d'un côté de l'un des plans de symétrie à l'autre côté, le pouvoir rotatoire du substitué doit changer de signe.

» Ces trois règles se déduisent aisément de la considération du produit d'asymétrie, qui doit conserver son signe dans le premier cas, augmenter ou diminuer dans le second, et changer de signe dans le troisième.

» J'ai pu vérifier l'exactitude de ces trois règles dans les cas où l'on a déterminé expérimentalement le pouvoir rotatoire de plusieurs dérivés d'un même groupe, particulièrement avec les corps suivants : alcool amylique et ses dérivés, chlorure, bromure, iodure, cyanure et acétate d'amylic; amyamine, diamylamine, triamylamine et leurs chlorhydrates; asparagine et acide aspartique et leurs combinaisons avec les bases et les acides; acide tartrique droit et ses dérivés; acide malique et ses dérivés, soit environ sur une cinquantaine de composés organiques. Ne pouvant reproduire ici cet ensemble de vérifications, je me contenterai d'en indiquer quelques-unes, relatives aux dérivés organiques de l'acide tartrique, dont les pouvoirs rotatoires ont été mesurés par M. Amé Pictet.

» Ce composé étant caractérisé par deux carbones asymétriques identiquement constitués, il suffit d'en examiner un seul :



» En supposant les masses concentrées aux quatre sommets du tétraèdre, ce qui, dans ce cas particulier, est suffisant pour une première approximation, on verrait que, lorsqu'on remplace les H des COOH par des groupes CH<sup>3</sup>, C<sup>2</sup>H<sup>5</sup>, C<sup>3</sup>H<sup>7</sup>, C<sup>4</sup>H<sup>9</sup>, le centre de gravité de la molécule s'éloignera simplement des plans primitifs de symétrie. D'après la première et la seconde règle, les éthers de l'acide tartrique droit resteront dextrogyres et le seront d'autant plus que la masse du radical hydrocarboné substitué sera plus grande. C'est ce que confirme l'expérience :

|                          |                           |
|--------------------------|---------------------------|
| Tartrate de méthyle..... | [α] <sub>D</sub> = + 2,14 |
| » d'éthyle.....          | + 7,66                    |
| » de propyle.....        | + 12,44                   |
| » d'isobutyle.....       | + 19,87                   |

» Remplaçons maintenant dans l'acide tartrique droit les deux H alcooliques par le radical benzoyle, ce qui revient à substituer à l'hydroxyle OH de masse 17 le groupe OCOC<sup>6</sup>H<sup>5</sup> de masse 121. Le centre de gravité de la molécule passera d'un côté à l'autre du plan de symétrie coupant l'arête COOH-OCOC<sup>6</sup>H<sup>5</sup> (1). De là résulte,

(1) Je désigne une arête quelconque du tétraèdre par les groupes placés aux deux

d'après la troisième règle, que l'acide dibenzoyltartrique doit être lévogyre. C'est, en effet, le cas :  $[\alpha]_D = -117,68$ .

» On peut aussi remplacer les atomes H des COOH par des radicaux  $\text{CH}_3$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5$ ,  $\text{C}_3\text{H}_7$ ,  $\text{C}_4\text{H}_9$ . A la suite de ces substitutions, le centre de gravité de la molécule restera du même côté du plan de symétrie coupant l'arête  $\text{COOH}-\text{OCOC}_2\text{H}_5$ , tout en s'en rapprochant. Par conséquent, d'après la première et la seconde règle, les éthers de l'acide dibenzoyltartrique resteront lévogyres comme celui-ci, mais seront de moins en moins lévogyres. En réalité, il en est bien ainsi :

|                                   |                       |
|-----------------------------------|-----------------------|
| Dibenzoyltartrate de méthyle..... | $[\alpha]_D = -88,78$ |
| »           »    d'éthyle.....    | - 60,02               |
| »           »    d'isobutyle..... | - 41,95               |

» On verrait de même qu'en remplaçant les groupes  $\text{COC}_2\text{H}_5$  par des groupes acétyles  $\text{COCH}_3$ , l'acide diacétyle tartrique obtenu devrait être lévogyre, mais moins lévogyre que l'acide dibenzoyltartrique; que l'éther méthylique devrait être encore moins lévogyre et qu'à partir de l'éther éthylique le centre de gravité de la molécule passant d'un côté à l'autre du plan de symétrie déjà considéré, les éthers homologues doivent être dextrogyres. L'expérience vérifie ces prévisions :

|                              |                       |
|------------------------------|-----------------------|
| Acide diacétyltartrique..... | $[\alpha]_D = -23,14$ |
| Éther méthylique.....        | - 14,29               |
| Éther éthylique.....         | + 1,02                |
| Éther propylique.....        | + 6,52                |
| Éther isobutylique.....      | + 10,29               |

» Pour fixer la position du centre de gravité, j'ai supposé les masses concentrées aux sommets du tétraèdre. J'ajoute que, lorsque ces masses sont à peu près égales, il faut tenir compte de leurs distances au centre de figure du tétraèdre, distances dont on peut en général trouver des valeurs approchées par des considérations tirées de la théorie des volumes, et pouvoirs réfringents moléculaires dont j'ai déjà eu l'honneur d'entretenir l'Académie (\*).

» Quelques vérifications rapides, relatives aux corps cycliques, me font espérer que la notion du produit d'asymétrie pourra s'appliquer à ces dérivés plus complexes. Je me réserve de revenir sur cette question, lorsque j'aurai terminé des recherches actuellement commencées pour voir si l'interprétation que j'ai donnée des variations du pouvoir rotatoire pourrait prendre le caractère d'une loi générale précisant les rapports remarquables découverts par M. Pasteur entre cette intéressante propriété optique et la structure moléculaire dissymétrique (\*\*).

sommets auxquels aboutit cette arête; de même les plans de symétrie peuvent être désignés par l'arête qu'ils coupent en deux parties égales.

(\*) *Comptes rendus*, 20 janvier, 1890.

(\*\*) Paris, laboratoire de M. Friedel.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation et sur quelques propriétés du fluoroforme.* Note de M. MESLANS.

« Dans un travail précédent <sup>(1)</sup>, nous avons étudié la préparation et les propriétés de nouveaux éthers fluorés; ces corps gazeux avaient été obtenus au moyen de la réaction indiquée par M. Moissan <sup>(2)</sup> et qui consiste à faire agir le fluorure d'argent sur le composé organique iodé ou chloré correspondant. Nous avons pensé qu'il serait intéressant d'étendre cette méthode à la préparation de composés carbonés renfermant plusieurs atomes de fluor. Parmi ces derniers, le fluoroforme semblait devoir présenter un intérêt tout particulier, à cause des propriétés importantes et des applications que fournit le chloroforme.

» Le fluorure d'argent réagit à froid sur l'iodoforme. Cette réaction est très énergique, et les produits qu'elle fournit diffèrent, suivant qu'on opère avec le mélange de fluorure d'argent et d'iodoforme secs, ou qu'on emploie ce même mélange additionné de chloroforme.

» Si l'on agite à froid, ou si l'on chauffe légèrement un mélange, en quantités équivalentes, de fluorure d'argent sec et d'iodoforme en poudre, la masse se liquéfie. Sa température s'élève considérablement et il se produit un abondant dégagement gazeux. En même temps, une partie de l'iodoforme est décomposée, des vapeurs d'iode apparaissent, et il se forme un liquide coloré qui passe à la distillation. Si l'on a soin de modérer la réaction en refroidissant le mélange, on peut recueillir un gaz incolore qui se dédouble par la chaleur, avec formation de vapeurs d'iode. Chauffé dans une cloche courbe en verre, il donne entre autres produits du fluorure de silicium et un dépôt de charbon. Ce gaz est un fluoiodoforme dont nous poursuivons l'étude.

» Lorsque, au lieu d'opérer à sec, on additionne de chloroforme le mélange de fluorure d'argent et d'iodoforme, on obtient un gaz qui, chauffé dans le verre, l'attaque fortement, mais ne fournit plus de vapeurs d'iode. La préparation régulière de ce gaz se fait de la façon suivante :

» On mélange dans un petit ballon entouré d'eau glacée 2 parties

<sup>(1)</sup> *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 352.

<sup>(2)</sup> H. MOISSAN, *Sur le fluorure d'éthyle* (*Comptes rendus*, t. CVIII, p. 260).

d'iodoforme, 2 parties de fluorure d'argent et 1 partie de chloroforme. Le ballon est surmonté d'un serpentín en plomb refroidi à  $-20^{\circ}$  au moyen du chlorure de méthyle, et suivi d'un tube en U rempli de fluorure d'argent sec et chauffé à  $100^{\circ}$ . En élevant progressivement la température du bain qui entoure le ballon, on obtient un dégagement régulier de gaz. On le recueille dans des flacons de verre, sur le mercure qui n'est nullement attaqué.

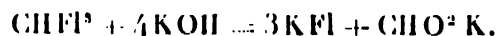
» Le gaz est débarrassé de la vapeur de chloroforme qu'il contient par un contact prolongé avec des morceaux de caoutchouc séchés à l'étuve, et d'une trace d'oxyde de carbone par le chlorure cuivreux chlorhydrique.

» Le gaz obtenu dans ces conditions est incolore; il brûle difficilement en donnant beaucoup d'acide fluorhydrique et en colorant la flamme en bleu. Son odeur est agréable et rappelle celle du chloroforme. Il est peu soluble dans l'eau, dans le chloroforme et dans la benzine; l'alcool en dissout environ cinq fois son volume.

» La densité de ce corps gazeux, d'après quatre déterminations, varie entre 2,48 et 2,53. La densité théorique du fluoroforme serait 2,44. Cette différence est due à la présence dans le gaz d'une très petite quantité de fluoiodoforme dont nous avons déjà parlé, et dont il est difficile de se débarrasser entièrement. La densité très élevée de ce gaz explique facilement l'augmentation obtenue pour la densité du fluoroforme. Nous avons d'ailleurs pu doser, à l'état d'iodure d'argent, la petite quantité d'iode ainsi introduite dans notre gaz, et la correction qu'elle fournit pour la densité ramène le chiffre trouvé à 2,445.

» Il se liquéfie à  $20^{\circ}$ , sous la pression de 40<sup>atm</sup>, dans l'appareil de M. Gailletet; comprimé davantage, puis détendu, il se solidifie.

» Chauffé à  $160^{\circ}$  en tube scellé avec de la potasse alcoolique, il se double en fluorure et formiate de potassium



» Chauffé dans une cloche courbe avec du sodium, il donne lieu à une violente réaction. Le sodium brûle avec éclat, il se forme un dépôt de charbon et du fluorure de sodium, et le volume du gaz se réduit environ au quart. Ce résidu est composé presque entièrement de formène qui, par sa combustion avec l'oxygène, produit son volume d'acide carbonique. Ces rapports s'accordent bien avec la formule  $\text{CHF}_3$ .

» Le dosage du carbone et de l'hydrogène dans ce composé ne nous a pas





présenté de difficulté. On a fait passer, ainsi que l'a indiqué M. Moissan (1), un volume déterminé de gaz, dans un tube de cuivre rempli d'un mélange d'oxyde de cuivre et d'oxyde de plomb, et l'on a pesé l'eau et l'acide carbonique formés. On a obtenu ainsi les chiffres suivants :

|        | 1.    | 2.    | 3.    | 4.    | Calculé<br>pour<br>CHF <sub>3</sub> . |
|--------|-------|-------|-------|-------|---------------------------------------|
| C..... | 16,21 | 16,59 | 16,53 | 16,82 | 17,14                                 |
| H..... | 1,31  | 1,33  | 1,27  | 1,31  | 1,42                                  |

» La densité, l'action de la potasse, le dosage du carbone et de l'hydrogène démontrent donc bien que le gaz obtenu, ainsi que nous l'avons indiqué, est le fluorofome (2). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur des phénols sulfoconjugués dérivés du camphre ordinaire.* Note de M. P. CAZENEUVE, présentée par M. Friedel.

« De nombreux chimistes se sont occupés de l'action de l'acide sulfurique sur le camphre ordinaire et ont signalé, en particulier, une huile, le *camphrène*, qui a été mal étudiée et qui apparaît en chauffant à 100° le camphre pendant quelques heures avec quatre fois son poids d'acide sulfurique concentré. Aucun ne s'est préoccupé de rechercher s'il se forme simultanément, dans cette réaction, des dérivés sulfonés avec une fonction chimique spéciale.

» Reprenant cette réaction, nous avons isolé le camphrène formé qui surnage. Le liquide acide, versé dans dix fois son volume d'eau, puis filtré après repos, a été saturé à l'ébullition par le carbonate de baryte. La liqueur filtrée pour séparer le sulfate de baryte se colore en blanc violacé par le perchlorure de fer. Évaporée, elle donne un sel barytique difficilement cristallisable, jouissant de propriétés phénoliques et renfermant du soufre qu'on ne peut enlever à la molécule que sous l'influence de la potasse en fusion. Mais les rendements sont faibles et la purification difficile.

(1) H. MOISSAN, *Sur quelques propriétés nouvelles et sur l'analyse du fluorure d'éthyle* (Comptes rendus, t. CVII, p. 992).

(2) Ce Travail a été fait à l'École supérieure de Pharmacie de Paris, au laboratoire de M. Moissan.

» Nous nous sommes adressé au camphre monochlore, qui nous a donné de bien meilleurs résultats. En abandonnant, à la température de 30°, 100g de camphre monochloré, additionné de 500g d'acide sulfurique concentré, on voit se dégager lentement un mélange de gaz chlorhydrique et sulfureux et d'une certaine proportion de chlorure de méthyle; à la température ordinaire, la réaction a lieu, mais plus lentement. Le liquide sulfurique jaune rougeâtre est débarrassé des gaz par un courant d'air, puis versé dans dix fois son volume d'eau. On filtre après repos et l'on soutire à l'ébullition avec le carbonate de baryte. Le liquide filtré renferme quatre composés qu'on peut séparer de la façon suivante :

» On évapore à 500° au bain-marie, on ajoute un peu de noir lavé, on filtre, on concentre encore, et l'on met au froid à cristalliser.

» On essore les cristaux, constitués par deux composés qu'on peut isoler l'un de l'autre, par plusieurs cristallisations dans l'alcool à 70°, qui donnent finalement, par refroidissement, des cristaux purs d'un corps que nous désignerons provisoirement par A, lequel ne renferme pas de baryte. L'alcool mère renferme un corps qu'on obtient en l'évaporant à siccité, puis faisant plusieurs cristallisations dans l'eau chaude. Ce corps B est un sel barytique.

» La solution de ces deux corps se colore magnifiquement en bleu par le perchlorure de fer.

» Le liquide mère, d'où les corps A et B ont été séparés, est évaporé à siccité au bain-marie, puis repris par l'alcool à 70° bouillant, qui laisse insoluble un troisième corps C, sel barytique se colorant en violet par le perchlorure de fer. L'alcool mère évaporé lentement abandonne encore une certaine proportion du corps B. Finalement, on obtient un sirop incristallisable renfermant un quatrième composé D, qu'on obtient par précipitation avec l'alcool absolu, et dessiccation rapide dans le vide. Ce corps D, qui se distingue par son extrême solubilité dans l'eau, est encore un sel barytique, dont la solution se colore également en un bleu intense par le perchlorure de fer.

» Les corps B, C et D sont des sels barytiques formés aux dépens du carbonate de baryte, grâce aux groupements ( $\text{SO}^2$ , OH). Le corps A seul est un corps neutre. A l'aide de l'acide sulfurique, on met en liberté les trois premiers composés.

» Le corps A est solide; les corps B, C, D isolés du baryum sont liquides, sirupeux. Ils sont tous les quatre solubles dans l'eau et dénués de pouvoir rotatoire, propriétés exceptionnelles dans la série camphénique.

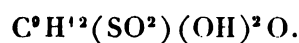
» Ils présentent tous la fonction phénolique, prouvée par la réaction avec les persels de fer, l'éthérification avec l'anhydride acétique et même les données thermiques fournies par leurs combinaisons.

» Enfin ils renferment tous du soufre à l'état sulfoconjugué, que la po-

tasse fondante seule peut enlever. Le corps A contient un groupe  $\text{SO}^2$  neutre, les trois autres un ou plusieurs groupes ( $\text{SO}^2 \cdot \text{OH}$ ). Le corps A est en  $\text{C}^9$ ; il se forme avec départ de chlorure de méthyle que nous avons recueilli et reconnu. Ce fait très remarquable rappelle le départ de CO dans l'action de l'acide sulfurique sur l'acide camphorique. Les trois autres corps sont en  $\text{C}^{10}$ .

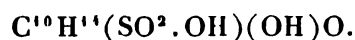
» Les analyses élémentaires multiples, pratiquées sur ces corps, soit à l'état libre, soit à l'état de sels barytiques, aboutissent aux formules suivantes :

» Pour le corps A



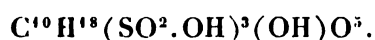
» Ce corps n'a pas d'OH acide. Il renferme deux groupements alcooliques, l'un phénolique, l'autre alcool secondaire, et le groupement acétonique du camphre, comme nous le prouverons dans une Note spéciale.

» Pour le corps B la formule est



» Il renferme un OH acide et un OH phénolique.

» Le corps C répond à la formule brute



» Nous sommes sûr pour ce corps de la formule brute, puis des trois groupements acides ( $\text{SO}^2 \cdot \text{OH}$ ) et de un OH phénolique au moins; nous ne sommes pas encore fixé sur le nombre des OH phénoliques ou alcooliques et sur l'existence du CO acétonique. Ce corps, qui ne se produit que dans la proportion de 2 pour 100 environ, quoique constamment, n'a pu être étudié encore suffisamment.

» Le corps D, très difficile à purifier, renferme également un ou plusieurs OH phénoliques ou alcooliques et un ou plusieurs ( $\text{SO}^2 \cdot \text{OH}$ ). Nous ne sommes pas encore fixé sur sa formule exacte.

» En résumé, l'acide sulfurique concentré, à froid, donne avec le camphre monochloré, que nous avons envisagé comme un éther chlorhydrique d'un oxycamphre qui s'écrit  $\text{C}^8\text{H}^{11} \begin{array}{l} \diagup \text{CH.OH} \\ \vdots \\ \diagdown \text{CO} \end{array}$ , un ensemble de composés sulfoconjugués jouissant de la fonction phénolique. Cette formation démontre, d'une façon péremptoire, que la série térébénique renferme le

noyau benzine et n'est qu'un rameau de la série aromatique, comme l'admet depuis longtemps M. Berthelot. La formule du camphre en chaîne ouverte n'est pas admissible.

» Il est dans tous les cas très particulier de voir la fonction phénolique engendrée par fixation sur le noyau aromatique des OH de l'acide sulfurique. Le fait nous paraît absolument nouveau. »

ZOOLOGIE. — *Sur un échouement de Cachalot à l'île de Ré.*

Note de MM. GEORGES POUCHET et BEAUREGARD.

« Les tempêtes de la fin de décembre ont jeté à la côte ouest de l'île de Ré le corps d'un Cachalot flottant sans doute depuis longtemps sur l'Océan. Le service organisé par feu le professeur Gervais et par l'un de nous depuis plusieurs années a permis au Muséum d'être aussitôt informé de cet échouement, le deuxième sur la côte de France depuis le commencement de ce siècle. Nous nous sommes rendus à Saint-Martin-le-Ré, où M. le commissaire de l'inscription maritime, Serre, a mis au service de la Science et des intérêts du Muséum un empressement au-dessus de tout éloge.

» Nous trouvons l'animal échoué sur une grève plate. C'est un mâle presque adulte, mesurant 13<sup>m</sup>, 20. Il est couché sur le côté droit, la mandibule faisant avec la mâchoire supérieure un angle de 35° environ. Le corps est entièrement blanc par la disparition de l'épiderme et de la couche papillaire, dont on ne retrouve des traces que sur le bord de la nageoire. Le derme offre de place en place des éminences fibreuses, quelques-unes larges comme la main, évidemment d'origine pathologique. L'animal paraît, d'ailleurs, avoir succombé à la maladie.

» Aidés de deux hommes de peine et d'un cheval, nous avons pu procéder à une dissection sommaire et élucider les points suivants encore inconnus ou mal connus de l'anatomie du Cachalot.

» Une coupe transversale de la tête, à 1<sup>m</sup> en arrière de l'extrémité des inter-maxillaires, laisse écouler une partie de l'huile de la *caisse*, demeurée liquide, en même temps qu'on recueille dans le voisinage des masses de *blanc* grosses deux ou trois fois comme la tête d'un homme. Les deux narines et le cartilage de la cloison sont reportés très haut, au-dessus d'une couche énorme d'un tissu adipeux de consistance crémeuse.

» Les dents de la mâchoire supérieure s'étendent à espaces réguliers de



chaque côté de la voûte palatine. Elles ne se distinguent des inférieures que par leurs dimensions moindres et l'absence d'usure. L'os cervical n'est pas soudé à la première vertèbre dorsale, contrairement à la règle ordinaire chez le mâle (peut-être en raison de l'âge du sujet). Le sternum est formé de six pièces osseuses disposées sur deux rangs (trois de chaque côté), au delà desquelles se trouve un appendice xyphoïde gros comme la moitié de la tête d'un homme, médian, cartilagineux, libre entre les cartilages sternaux obliquement insérés sur la dernière couple de sternèbres. Il y a cinq vraies côtes; leur insertion est normale, sauf pour la cinquième insérée avec la quatrième en arrière de la troisième sternèbre.

» Les os en V, incomplets sur tous les sujets décrits jusqu'à ce jour par nous-mêmes et par M. Flower, sont au nombre de 14, comme l'avait, d'ailleurs, indiqué celui-ci. Leur forme n'offre pas la gradation régulière des mêmes os chez les Balœnidés et explique la difficulté de mettre ces os en place sur le squelette quand ils ont été détachés sans précaution, et l'incertitude où l'on est souvent de les avoir au complet. Les os pubiens sont pourvus d'un rudiment de membre que nous avons déjà retrouvé chez le fœtus.

» L'orifice de communication des deux grandes dilatations pyloriques est en forme de boutonnière, large à passer le pouce. Les bords en sont minces et ne présentent aucun renflement musculaire figurant un sphincter. La seconde dilatation se continue avec le reste de l'intestin, par un orifice de 15<sup>cm</sup> à 18<sup>cm</sup> de diamètre, sans épaissement musculaire notable. La papille de Vater, placée à 3<sup>m</sup>,27 de la seconde dilatation pylorique, a la forme d'un doigt de gant coupé à l'extrémité et faisant une saillie de 2<sup>cm</sup> environ dans l'intestin. Le canal cholédoque court sur une longueur de 20<sup>cm</sup> dans la paroi intestinale. Environ 15<sup>cm</sup> plus haut, il présente le principal abouchement des conduits pancréatiques, en forme d'un orifice circulaire à bords arrondis, permettant aisément le passage du doigt. On pénètre par cet orifice dans une ampoule de la grosseur d'une noix où se rendent plusieurs conduits glandulaires, dont deux mesurent 1<sup>cm</sup> de diamètre environ. A diverses places, autour de l'orifice principal, s'ouvrent d'autres conduits plus petits ayant le diamètre d'une plume d'oie.

» Ces parties intéressantes et le squelette ont été conservés pour le cabinet d'Anatomie. »

ZOOLOGIE. — *Le sang et la glande lymphatique des Aplysies.* Note de M. L. CУЭНОТ, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Le liquide sanguin pris dans le cœur des *Aplysia depilans* de grande taille (Océan) est d'un rose parfaitement net. Cette coloration est due à la présence d'un albuminoïde, précipitable par tous les réactifs employés en pareil cas, alcool, acides, sublimé; il y en a environ 0<sup>gr</sup>,636 pour 100<sup>gr</sup> de sang. La coloration rose n'est pas en relation avec l'absorption de l'oxygène, car elle n'augmente pas à l'air et s'accroît lorsqu'on évapore dans le vide. Le sang, concentré par le vide et chauffé, devient opalin vers 58° C., et paraît se coaguler complètement vers 70°. Enfin, lorsqu'on met du sang à dialyser ou lorsqu'on l'expose longtemps à l'air, souvent il se décompose spontanément, une partie de l'albuminoïde restant dissoute, une autre se précipitant en flocons blancs. Cet albuminoïde, bien distinct de l'hémocyanine, peut être appelé *hémorhodine*. Je ne crois pas qu'il puisse jouer un rôle dans la respiration. D'autre part, la faible quantité qui existe dans le sang, jointe à ce fait que les amibocytes ne renferment pas de produits nutritifs, permet de supposer qu'il y a un organe qui accumule les produits de réserve (foie? R. Saint-Loup).

» Le sang des *Aplysia punctata* (Méditerranée) est tout différent; il renferme environ 1,77 pour 100 d'une hémocyanine parfaitement incolore et insensible à l'action de l'air, coagulable vers 76°. Cet albuminoïde ne peut très probablement jouer aucun rôle dans l'absorption de l'oxygène; quant au point de vue nutritif, les mêmes conclusions que précédemment sont applicables à cette espèce.

» Les amibocytes sont normaux et ne renferment qu'un petit nombre de granules albuminogènes, très réfringents, jaunes ou brunâtres; je n'y ai point trouvé de produits de réserve.

» Dans mes études précédentes sur le sang et les glandes lymphatiques, je n'avais pu me faire une opinion sur les glandes productives des amibocytes, dans le groupe des Aplysies; je puis dire maintenant que c'est la *crista aortæ* qui remplit ce rôle. C'est une vaste dilatation creuse de l'aorte antérieure, lobée et incisée à la surface, ce qui donne quelque peu (surtout chez l'*Aplysia depilans*) un aspect glandulaire; comme le cœur, elle est renfermée dans le péricarde. Lorsqu'on pousse assez fortement une injection par le ventricule, on voit la *crista aortæ* se gonfler démesurément,



comme un organe érectile; puis lorsque la pression cesse, elle reprend ses dimensions normales : ses parois sont donc très élastiques. Sur les coupes (pratiquées après le passage d'un courant d'eau de mer dans la glande, pour enlever les globules sanguins), on constate qu'elle est revêtue extérieurement d'un épithélium cylindrique très net, non cilié, renfermant de petits granules jaunes, et jouant très probablement un rôle dans l'excrétion péricardique. La paroi est formée par un épais feutrage de tissu conjonctif et de fibres élastiques, anastomosées et divisées en tous sens, comprenant dans leurs mailles un nombre considérable de petits noyaux. Les fibres élastiques, divisées en petites fibrilles formant aux extrémités un réseau complexe, portent un gros noyau de  $12\mu$  environ, très clair, renfermant à peine quelques grains de chromatine; les petits noyaux, de  $4\mu$  à  $5\mu$ , présentent de nombreuses mitoses (coloration par la safranine) et sont tout à fait semblables aux noyaux des amibocytes du sang.

» Lorsqu'on examine sur le vivant un fragment de cette *crista aortæ*, préalablement lavée par un courant d'eau de mer, on distingue très bien, entre les fibres élastiques, ces amas de noyaux; un grand nombre d'entre eux sont entourés de protoplasma, émettant de courts pseudopodes et renfermant quelques granules jaunes très réfringents : ce sont évidemment des amibocytes mûrs, prêts à passer dans le courant sanguin. Nous sommes donc autorisés à attribuer à la *crista aortæ* des *Aplysia depilans* et *punctata*, malgré son apparence un peu particulière, la signification d'une glande lymphatique.

» Pour terminer, je rappellerai que, chez les autres Pleuroneurés, on trouve à la même place des formations analogues : chez la *Philine aperta*, à la pointe du cœur, une véritable glande compacte, qui a bien nettement la signification d'un organe lymphatique; chez le *Scaphander lignarius*, à la base de l'aorte antérieure, une *crista aortæ* de petite taille, que je n'ai point examinée suffisamment pour me prononcer à son sujet, mais qui a probablement le même rôle (1). »

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Nancy, sur des animaux provenant des stations maritimes de Roscoff et de Banyuls.

BOTANIQUE. — *Sur le mode d'union des noyaux sexuels dans l'acte de la fécondation.* Note de M. LÉON GUIGNARD, présentée par M. Duchartre.

« En exposant, dans une Note récente (1), le mode de formation et de différenciation des éléments reproducteurs chez les plantes phanérogames, j'ai cru pouvoir énoncer cette conclusion que les noyaux seuls jouent le rôle essentiel dans la fécondation. On a vu, en effet, que le protoplasme spécial, qui dérive de la cellule génératrice du grain de pollen et qui accompagne le noyau mâle pendant son trajet dans le tube pollinique, ne se retrouve pas dans l'oosphère quand ce noyau y a pénétré. Tout l'intérêt se porte donc sur la façon dont le noyau mâle s'unit au noyau femelle. Un des sujets d'étude les plus intéressants à cet égard est le *Lis Martagon*, que je prendrai pour exemple.

» Après son passage à travers la paroi gonflée et ramollie du tube pollinique, le noyau mâle a la forme d'une petite masse très chromatique, dense, plus ou moins étirée ou ovoïde et d'apparence homogène. Il va s'accoler si rapidement au noyau de l'oosphère, qu'il est très rare de pouvoir le trouver encore à quelque distance, dans le cytoplasme de la cellule femelle.

» Quelque temps avant la fécondation, le noyau de l'oosphère se distingue déjà de ceux des synergides par son volume un peu plus gros et son contenu plus chromatique. Il conserve l'aspect d'un noyau ordinaire au repos, avec charpente chromatique à replis assez peu serrés et nucléoles multiples : aucun changement apparent ne se produit en lui avant que le noyau mâle ait lui-même revêtu peu à peu les caractères morphologiques de l'état de repos, ce qui, d'après mes expériences, demande plusieurs jours chez le *Lis Martagon*.

» Accolé au noyau femelle d'abord sur une faible surface, le noyau mâle grossit insensiblement ; ses éléments chromatiques deviennent distincts et prennent l'apparence d'un réticulum à nombreux replis ; en même temps, le suc nucléaire, que ce noyau tire évidemment du protoplasme de l'oosphère, apparaît à son intérieur et augmente de quantité ; un nucléole ou, plus souvent, des nucléoles multiples se montrent ensuite entre les replis des éléments chromatiques, sans toutefois acquérir, dans la plupart

---

(1) *Comptes rendus*, 17 mars 1890.





des cas, le même volume que ceux du noyau femelle. Jusque-là et même après la prophase de la division, qui se manifeste simultanément dans les deux noyaux par la contraction des éléments chromatiques et la résorption des nucléoles, la membrane nucléaire commune est encore visible sur toute la surface de contact ; les éléments chromatiques ne se mélangent pas de l'un à l'autre noyau. En général, dans le *Lis Martagon*, le volume du noyau mâle reste un peu moindre que celui du noyau femelle ; mais la quantité de substance chromatique paraît égale dans chacun d'eux, et, par suite, la charpente du noyau mâle est un peu plus compacte.

» Tout en s'aplatissant l'un contre l'autre, de façon à former une masse unique en apparence, les deux noyaux sexuels restent donc distincts. Quand, au moment de la division, les segments chromatiques, en nombre égal dans chacun d'eux, se montrent libres et assez contractés, les membranes nucléaires disparaissent et les substances solubles, suc nucléaire et nucléoles, peuvent se mélanger ; mais on reconnaît encore, pendant un court espace de temps, les deux groupes de segments chromatiques mâles et femelles. Puis toute distinction devient impossible, par suite des changements de position des segments qui s'orientent pour former la plaque nucléaire à l'équateur du fuseau achromatique, parallèle au grand axe de l'œuf.

» On constate alors que le nombre des segments chromatiques du noyau de l'œuf est exactement le double de celui que renfermaient, chacun de son côté, le noyau mâle et le noyau femelle. J'ai réussi à les compter, non seulement dans le *Lis Martagon*, où l'on en trouve 24 (il y en a 12 dans chaque noyau sexuel), mais aussi dans des espèces variées appartenant à d'autres familles. A quel moment et comment, dans l'évolution d'une plante, le nombre des segments observé chez l'embryon diminue-t-il pour se réduire finalement de moitié dans les noyaux sexuels ? C'est une question qui reste à résoudre. Comme chaque segment se dédouble toujours suivant sa longueur pour fournir une moitié à chacun des nouveaux noyaux, il en résulte que ces derniers reçoivent autant d'éléments mâles que d'éléments femelles.

» Par l'ensemble des phénomènes qui se passent dans l'œosphère avant la segmentation, le *Lis Martagon* est la plante qui ressemble le plus à l'*Ascaris megalcephala*, étudié dans ces derniers temps par divers auteurs. La principale différence consiste dans l'accolement constant des deux noyaux sexuels, tandis que, le plus souvent, chez l'*Ascaris*, cet accolement ne se produit pas.

» Toutefois, si, dans le *Lis*, la fusion des cavités nucléaires est relativement tardive, elle a lieu beaucoup plus tôt dans d'autres plantes, et c'est le cas observé par M. Strasburger. Les deux noyaux sexuels forment alors une masse ovoïde ou sphérique, dans laquelle les nucléoles eux-mêmes peuvent se fusionner pour se résorber ensuite au moment de la division; mais les éléments chromatiques n'en restent pas moins distincts. Comme dans le *Lis Martagon*, la prophase de la division ne se manifeste qu'après un certain laps de temps, nécessaire pour que la moitié mâle du noyau, unique en apparence, puisse revêtir les caractères morphologiques de l'état de repos.

» En résumé, dans toutes les plantes que j'ai étudiées, on observe toujours un accollement des noyaux sexuels. La fusion des cavités nucléaires, qui a lieu à un moment variable, paraît nécessaire pour mettre en jeu le développement ultérieur de l'œuf. Aucune soudure ne se produit entre les segments chromatiques mâles et femelles; la copulation se réduit à un mélange de substances solubles dérivées de l'activité nucléaire, et, quel que soit le moment où elle a lieu, le noyau de l'œuf n'entre en division qu'après une métamorphose spéciale du corps reproducteur mâle. »

BOTANIQUE. — *Sur un nouveau parasite dangereux de la Vigne, Uredo Vialæ.*  
Note de M. G. DE LAGERHEIM, présentée par M. Duchartre.

« On a signalé plusieurs centaines de Champignons vivant en parasites ou en saprophytes sur la Vigne cultivée; plusieurs constituent, pour les vignobles d'Europe et d'Amérique, un danger permanent. Il est remarquable qu'on n'ait connu jusqu'à présent aucune Urédinée parasite de la Vigne, et que les Champignons de ce groupe soient particulièrement rares sur les végétaux voisins, formant la famille des Ampélidées.

» Ce n'est pas pourtant qu'on ne trouve, dans la bibliographie, la mention de quelques-unes de ces plantes. M. Fischer de Waldheim a montré que l'è *Puccinia incarcerata* de Léveillé est une Ustilaginée qui est devenue le *Schræteria Cissi* de Toni; l'*Uredo viticida* Daille paraît n'avoir rien de commun avec les Urédinées; l'*Uredo Vitis* von Thümen n'est pas une Urédinée: M. P. Viala, professeur à l'École nationale d'Agriculture de Montpellier, a bien voulu me communiquer le résultat de ses observations sur ce sujet; ce prétendu *Uredo* n'est pas un Champignon; le phénomène qui a donné lieu à cette erreur se manifeste fréquemment dans les vignes

plantées dans les sables du littoral méditerranéen; c'est une maladie physiologique, accidentelle et sans importance. M. Viala a examiné, dans les herbiers de Philadelphie et de Cambridge (Massachussets), les échantillons auxquels Ravenel a donné le nom d'*Uredo Vitis*; ils ne présentent pas plus de trace d'Urédinée que ceux de M. von Thümen.

» L'observation que j'ai faite au mois d'octobre dernier en a, par suite, quelque intérêt pour les botanistes, comme elle paraît en avoir pour les viticulteurs.

» J'ai observé à la Jamaïque, entre Rockfort et Kingston, des vignes cultivées en treille pour ombrager une villa. A côté de quelques pieds prospères et fructifiés, s'en trouvaient d'autres d'un aspect misérable, ne portant pas une grappe; leurs feuilles flétries étaient presque toutes marquées de taches décolorées. Cet aspect est dû à une Urédinée qui se présente sous la seule forme *Uredo*. Les pustules qu'elle détermine ne se trouvent qu'à la face inférieure des feuilles; elles sont habituellement très petites et ponctiformes; rarement elles atteignent 1<sup>mm</sup>; elles sont souvent assez nombreuses pour couvrir la plus grande partie de la surface des feuilles. Aux pustules les plus développées correspondent, sur la face supérieure, de petites taches jaunes ou brunes. Les parties de la feuille les plus attaquées gardent plus longtemps leur coloration verte que les parties saines. Les spores sont piriformes ou ovoïdes, longues de 20  $\mu$  à 27  $\mu$  sur 15  $\mu$  à 18  $\mu$  de largeur; leur membrane est mince, incolore et ornée de petites pointes serrées; le contenu des spores est rouge orangé. La masse des spores est entourée d'une couronne de paraphyses cylindriques, à parois assez minces.

» Voici la diagnose de cette espèce à laquelle je donne le nom de M. P. Viala, pour rendre hommage à ses beaux travaux sur les maladies de la Vigne :

» *Uredo Vialæ* : Soris hypophyllis, solitariis majoribus vel dense gregariis minimis, solitariis in pagina superiore foliorum maculas parvas formantibus; uredosporis pyriformibus vel ovoideis, 20  $\mu$ -27  $\mu$  longis, 15  $\mu$ -18  $\mu$  latis, membrana hyalina tenui aculeata et contenu aureo præditis, paraphysibus cylindricis curvatis incoloribus circumdatis.

» Hab. in foliis vivis *Vitis* sp. parasitica in insula Jamaica, inter Kingston et Rockfort, octob. 1889, legi ipse. »

GÉOLOGIE. — I. *Sur les séries d'éruptions du Mézenc et du Meygal (Velay).*

II. *Sur l'existence de l'ægyrine dans les phonolithes du Velay.* Note de M. P. TERMIER, présentée par M. Fouqué.

« I. Dans une précédente Communication (1), j'ai signalé l'existence au Mézenc d'une série éruptive composée des termes suivants :

- » Labradorites augitiques à pyroxène et amphibole ;
- » Andésites (parfois micacées) à labrador et amphibole ;
- » Phonolithes, souvent précédés d'éruptions trachytiques vitreuses ;
- » Basalte des plateaux.

» Il convient d'ajouter un terme en tête de cette série. Ce terme correspond à des *trachytes* et *phonolithes inférieurs*.

» Ces roches acides s'observent à Vahille, au nord-est du Mézenc, près des sources du ruisseau de Rimande. Elles forment une nappe régulière au-dessous des labradorites et des andésites. Ce sont des trachytes phonolithiques dont les microlites d'orthose sont généralement aplatis parallèlement à *g'*. Aux microlites d'orthose s'adjoignent des microlites d'oligoclase. L'augite est grisâtre, et non pas vert comme dans les phonolithes supérieurs. Le fer oxydulé est plus abondant que dans ceux-ci. La ressemblance est grande avec les phonolithes andésitiques inférieurs de l'Usclade, près de la Bourboule, découverts par M. Michel Lévy.

- » La série du Mézenc devient donc la suivante :
- » 1. Trachytes et phonolithes inférieurs, généralement andésitiques ;
- » 2. Labradorites augitiques ;
- » 3. Andésites (parfois micacées) à labrador et amphibole ;
- » 4. Trachytes et phonolithes supérieurs ;
- » 5. Basalte des plateaux.

» Il est probable que je serai conduit, par la suite de mes recherches, à placer un *basalte inférieur*, sans doute miocène, avant les trachytes et phonolithes inférieurs, conformément aux faits déjà constatés par M. Boule.

» La série du Meygal, telle qu'elle résulte de mes travaux de 1889, est assez analogue. Elle comprend les termes suivants :

- » 1. Basalte inférieur ;
- » 2. Trachytes et phonolithes inférieurs ;

---

(1) *Comptes rendus*, 5 décembre 1887.

- » 3. Andésites (généralement micacées) à labrador et amphibole ;
- » 4. Basalte à grands cristaux ;
- » 5. Phonolithes supérieurs, généralement néphéliniques, parfois à ægyrine ;

- » 6. Basalte des plateaux.

» La description détaillée de ces diverses roches paraîtra prochainement au *Bulletin du Service de la Carte géologique*. Je me contenterai de donner ici quelques indications générales.

» Le basalte inférieur s'observe sous le village de Queyrières. Il est plus feldspathique que la plupart des autres basaltes du pays.

» Les roches acides inférieures sont trachytiques sous Queyrières et près de Monedeyres, phonolithiques sous Raffy. Elles se distinguent des roches acides supérieures par l'abondance de l'apatite et de la hornblende ; l'augite y est grisâtre comme dans les phonolithes inférieurs du Mézenc.

» Les andésites forment un vaste épanchement, puissant d'environ 50<sup>m</sup>, au voisinage de Raffy. Ce sont des roches grises ou même noires, d'une grande compacité. Elles contiennent en moyenne 50 pour 100 de silice. Les grands cristaux appartiennent à la hornblende, à l'augite, au labrador. On y voit parfois un peu d'olivine et d'anorthite. La pâte est formée de microlites d'oligoclase et d'augite, avec des plages plus ou moins étendues de mica noir englobant ces microlites. Quelques échantillons contiennent des microlites de labrador. Dans certains autres, il y a des microlites d'orthose, comme dans les andésites micacées du mont Dore.

» Le basalte à grands cristaux forme au-dessus de Raffy et de Monedeyres une nappe continue, superposée aux andésites, et sur laquelle ont coulé les phonolithes supérieurs. La roche présente une tendance marquée vers le type ophitique. La teneur en silice n'excède pas 39 pour 100.

» Les phonolithes supérieurs forment les vastes coulées du Meygal, du Lizieux et du Rand, et de nombreux dykes dans toute la région. Ils sont généralement néphéliniques, pauvres en hornblende et riches en pyroxène vert. Au Meygal même, le pyroxène est remplacé par l'ægyrine. Il n'y a pas de différence pétrographique appréciable entre la roche provenant des dykes et celle provenant des coulées.

» Le basalte des plateaux n'offre rien de particulier ; il est peu feldspathique et passe parfois à la limburgite.

» II. La plupart des phonolithes et des trachytes phonolithiques du Velay sont caractérisés par la présence, dans les deux stades de consolidation, d'un pyroxène sodique, de couleur verte, dont les propriétés optiques sont presque identiques à celles de l'augite. Ce pyroxène est doué d'un polychroïsme sensible dans les teintes suivantes :

- » Brun suivant  $n_g$  ;
- » Vert suivant  $n_m$  ;
- » Vert suivant  $n_p$ .

» M. Michel Lévy a proposé, pour ce pyroxène, le nom de *pyroxène ægyrinique*, pour rappeler sa composition et son polychroïsme.

» Nous venons d'étudier un grand nombre de phonolithes provenant des massifs éruptifs du Mézenc et du Meygal. Les roches prises au sommet même du Meygal (point coté 1438<sup>m</sup>) et celles recueillies au point 1450<sup>m</sup>, entre les Estables et le Signal de Rocher-Tourte, contiennent, au lieu du pyroxène ægyrinique, de la véritable ægyrine.

» Voici la description micrographique du phonolithe du Meygal :

» Apatite rare ; fer oxydulé peu abondant ; sphène rare ; ægyrine ; sanidine en cristaux souvent volumineux.

» Pâte très fluidale composée de microlites d'orthose souvent aplatis parallèlement à  $g^1$  ; microlites d'oligoclase rares ; microlites d'ægyrine ; néphéline très abondante, en très petits cristaux.

» L'ægyrine est d'une couleur verte intense. Le polychroïsme est très sensible, conformément à la loi ci-dessous :

» Vert suivant  $n_p$  ;

» Vert olive suivant  $n_m$  ;

» Vert jaunâtre suivant  $n_g$ .

» Le signe de la zone d'allongement est constamment *négatif*. La biréfringence est très forte ; il n'est pas douteux qu'elle dépasse celle de l'augite, mais on ne peut la mesurer exactement à cause de l'intensité de la couleur propre au minéral. L'angle  $\alpha V$  des axes optiques est très voisin de  $90^\circ$ . L'extinction est parallèle à l'allongement ; l'écart entre ces deux directions ne dépasse pas  $5^\circ$ . Ce dernier caractère permet de distinguer à première vue le minéral en question de l'augite.

» Les cristaux anciens d'ægyrine ont des contours nets ; ils ne sont point déchirés. On y observe des inclusions de fer oxydulé, d'apatite et de sphène. L'intensité de la teinte verte ne semble pas augmentée au voisinage de ces inclusions ; nous n'avons pas vu d'auréoles polychroïdes.

» La néphéline abonde. Elle présente ses caractères habituels : sections hexagonales ou rectangulaires, les premières constamment éteintes, les secondes très faiblement biréfringentes. Le relief est sensible, la limpidité très grande. On observe souvent, au centre du prisme, un faisceau d'inclusions noires excessivement fines : ces inclusions ne semblent pas polychroïques comme celles de l'apatite.

» La néphéline est inégalement répartie dans la roche. Elle se concentre en paquets de très petits cristaux irrégulièrement groupés. Elle apparaît quelquefois sur les feldspaths, en lamelles extrêmement minces. Le plus souvent, elle nage dans la pâte, pêle-mêle avec les microlites.

» On sait <sup>(1)</sup> que la néphéline peut abonder au point d'être visible à l'œil nu. En général, dans les phonolithes du Velay, elle est en très faible quantité, et ne se distingue qu'aux forts grossissements.

---

(1) BOURGROIS, *Bulletin de la Société de Minéralogie*, t. VI, p. 16.



» Le phonolithe à ægyrine du Meygal est exceptionnellement riche en néphéline. Celui du point 1450, près des Estables, en contient une bien moindre quantité. Le phonolithe du Bachat, au nord-ouest des Estables, est très néphélinique : il ne contient pas d'ægyrine.

» Un seul phonolithe du Velay nous a montré un peu d'haüyne ; c'est celui du Suc de Touron, au sud-est du Mézenc. M. Bourgeois <sup>(1)</sup> a également signalé ce minéral dans le phonolithe de Jacassy, près du Mézenc. »

GÉOLOGIE. — *Composition de quelques roches du nord de la France.* Note de M. HENRI BOURSAULT.

« Dans une Communication récente <sup>(2)</sup>, M. Cayeux a montré qu'il n'était pas exact de désigner comme magnésiennes certaines parties dures et jaunes des divers étages de la craie sénonienne du nord de la France. Il y avait là, en effet, une erreur qu'il était indispensable de rectifier. Mais, n'est-ce pas à tort que l'auteur a généralisé le fait et surtout n'est-il pas trop affirmatif quand il dit que c'est le phosphate de chaux et non la magnésie qui communique à la craie jaune son aspect et sa dureté ? M. Cayeux cite un échantillon de craie dure contenant jusqu'à 60 pour 100 de phosphate de chaux ; c'est une composition exceptionnelle, je ne crois pas que l'on puisse attribuer à cet élément les propriétés contestées avec raison à la magnésie.

» Depuis plusieurs années, j'ai recherché l'acide phosphorique dans un grand nombre de craies : les unes ayant l'aspect piqué et friable de celles de Beauval ou de Ciplly ; les autres dures et compactes comme le petit banc riche que l'on rencontre à Hardivillers à la base de la craie phosphatée. Or, sauf quelques exceptions, je n'en ai trouvé que de petites quantités.

» La lecture de la Note de M. Cayeux m'a donc particulièrement intéressé et m'a engagé à rechercher mes anciennes analyses et à en faire de nouvelles sur des échantillons-types que j'ai rapportés d'une course spéciale dans l'Aisne, aux environs de Dizy-le-Gros, de Boncourt et de Chivres, localités connues pour la nature tuberculeuse de la base de la craie à *Micraster cor anguinum*. Ce sont ces différents résultats que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

---

<sup>(1)</sup> BOURGEOIS, *Bulletin de la Société de Minéralogie*, t. VI, p. 17.

<sup>(2)</sup> *Comptes rendus*, t. CX, n° 6, p. 304.

» Cette craie de l'Aisne est formée de parties tuberculeuses grises ou jaunes empâtées dans une roche plus tendre et plus blanche. De nombreuses inclusions de manganèse ont moucheté la partie tendre et sont venues s'arrêter à la surface des tubercules, en les entourant d'une auréole dendritique. Au-dessous de cette roche, on exploite en certains points des rognons concrétionnés très durs, jaunes ou roux, à cassure spathique. Ces rognons sont souvent empâtés dans un sable dolomitique.

» L'analyse de ces divers échantillons m'a donné :

|   | Densité. | Carbonate<br>de magnésie<br>pour 100. | Phosphate<br>de chaux<br>pour 100. | Silice<br>pour 100. |
|---|----------|---------------------------------------|------------------------------------|---------------------|
| Craie grise de Chivres. { Partie dure...      | 2,40     | 0,5                                   | 0,14                               | 1,5                 |
| { » tendre...                                 | 2,08     | 0,5                                   | 0,41                               | 0,6                 |
| Craie jaune de Dizy-le-Gros. { Partie dure... | 2,60     | 0,9                                   | 0,34                               | 2,3                 |
| { » tendre...                                 | 2,27     | traces                                | 0,16                               | 1,5                 |
| Concrétion de Dizy-le-Gros.....               | »        | 4,4                                   | 0,11                               | 2,5                 |
| » Boncourt .....                              | »        | 14,4                                  | 0,16                               | 2,3                 |
| Sable de Boncourt .....                       | »        | 19,7                                  | 0,75                               | 9,0                 |

» Les craies de Dizy-le-Gros et de Boncourt contiennent donc très peu de magnésie, mais le phosphate de chaux y est encore plus rare, et précisément dans les parties les plus compactes; la teneur en silice, seule, quoique faible, paraît être proportionnelle à la dureté.

» Quant aux concrétions et aux sables, ils sont franchement dolomitiques.

» Dans l'Oise, la craie de Bimont m'a semblé devoir être examinée d'une façon spéciale; elle a toujours été citée comme magnésienne, et le voisinage d'Hardivillers peut y faire soupçonner la présence du phosphate de chaux.

» Dans la masse, la roche est compacte et d'un blanc jaunâtre; vers le centre de la colline, elle devient plus jaune et plus dure et passe insensiblement à l'état de volumineux tubercules roux, analogues à ceux de Boncourt; mais ici, cette roche a un développement beaucoup plus considérable; c'est elle qui, sous le nom local de *rubis*, était regardée comme dolomitique. Le plus riche des échantillons que j'ai analysés ne contient que 1,2 pour 100 de carbonate de magnésie et les autres moins de 1 pour 100; la silice est assez constante, 1,5 à 2 pour 100; l'élément étranger le plus abondant est l'alumine, dont la teneur varie entre 3 et 4 pour 100;





quant au phosphate de chaux, je n'en ai trouvé que 0,3 pour 100 au plus. La coloration est due à un peu d'oxyde de fer.

» La craie jaune voisine est au contraire vraiment dolomitique : dans certaines parties, elle contient 11,3 pour 100 de carbonate de magnésie, et le phosphate de chaux est toujours en très faible proportion : 0,2 pour 100 ; la silice et l'alumine y entrent chacune pour 1,3 pour 100.

» Dans le même département, à Saint-Sulpice, près de Beauvais, il existe une couche de craie dure, jaune et cireuse, très rapprochée comme aspect de celle d'Hardivillers, mais de composition toute différente ; elle ne contient que 0,75 pour 100 de phosphate de chaux, pas de magnésie et des traces de silice et d'alumine : c'est donc un carbonate de chaux presque pur.

» Au Pollet, près de Dieppe, dans une couche dure, tuberculeuse, de la base de la zone à *Micraster cor testudinarium*, c'est le phosphate de chaux qui domine comme élément étranger, mais il n'y en a que 6,9 pour 100 ; la magnésie manque complètement.

» La craie de Beynes, près de Paris, est très dolomitique ; elle contient 14,6 pour 100 de carbonate de magnésie, 1,4 pour 100 de silice, 0,7 pour 100 d'alumine et seulement des traces de phosphate de chaux.

» J'ai étendu ces recherches à quelques roches tertiaires généralement regardées comme dolomitiques. Les sables du Soissonnais le sont en effet à Pont-Saint-Maxence et à Verneuil ; ils contiennent 17,6 et 17,3 pour 100 de carbonate de magnésie. Mais les tubercules du même étage géologique connus sous le nom de *têtes de chats* n'ont pas la même composition : un échantillon provenant du mont Ganelon, près de Compiègne, ne contient pas de magnésie ; c'est une concrétion formée de 45,75 pour 100 de grains de quartz roulés et réunis par un ciment calcaire.

» Il résulte donc de ces analyses que la composition chimique n'intervient pas seule pour modifier l'aspect des roches sédimentaires, et que, en particulier, la présence du phosphate de chaux ne doit pas, plus que celle de la magnésie, causer le durcissement. Les rubis de Brimont et les rognons tuberculeux de l'Aisne ont la même dureté et sont constitués par des éléments différents.

» La cause du durcissement de la craie est beaucoup plus physique que chimique ; je crois donc qu'il faut être très prudent quand il s'agit de comparer des roches provenant de gisements différents et faire le plus possible d'analyses. »

PALÉONTOLOGIE. — *Résultats généraux d'une étude d'ensemble du carbonifère marin du Plateau central.* Note de M. A. JULIEN, présentée par M. Albert Gaudry.

« La formation carbonifère du Plateau central de la France est disséminée à l'état de lambeaux dans la vaste étendue comprise entre Cussy-en-Morvan au nord, Nérondes et Saint-Germain-Laval au sud, la vallée de la Saône et du Rhône à l'est et les environs d'Evau et Chambon, dans la Creuse à l'ouest.

» Cette portion nord-est du Plateau central se laisse diviser en deux, à l'aide d'un axe qui a joué, à l'époque de la formation du terrain carbonifère, un rôle capital dans la distribution de ce terrain. C'est l'axe de dépression Digoin-Chagny, qui de nos jours encore sert d'assiette au canal du Centre et sépare le Morvan du Plateau central proprement dit.

» Partout où on l'observe, le terrain carbonifère se compose de deux termes : un terme inférieur d'origine marine, formé de schistes variés, de marbre crinoïdique, d'îlots coralliques, de quartzites, de grès et d'arkoses ; et un terme supérieur, recouvrant uniformément les dépôts marins sous-jacents, formé lui-même de poudingues et de grès anthracifère, intimement liés à des porphyres contemporains et à des tufs porphyritiques.

» Chacun de ces deux termes forme-t-il un seul étage, ou peut-il être subdivisé en plusieurs ? et, dans ce cas, à quels horizons du carbonifère belge, pris comme étalon, peut-on rapporter les subdivisions possibles de notre carbonifère de la France centrale ?

» L'étude de plusieurs milliers de fossiles, que j'ai recueillis au cours de plusieurs années d'exploration, et la comparaison attentive avec les résultats obtenus en Belgique à l'aide des travaux considérables de M. de Koninck et de M. Édouard Dupont, m'ont permis de résoudre ces questions avec une précision absolue.

» *Assises marines.* — La partie inférieure du système, de formation marine, se subdivise en deux étages et trois assises, savoir : l'étage inférieur de Tournai (assise de Tournai) et l'étage de Visé, qui se subdivise aussi dans la France centrale en ses deux assises inférieure et supérieure, c'est-à-dire assise de Dinant et assise de Visé. L'étage intermédiaire de Waulsort fait complètement défaut. Son développement ailleurs coïncide avec



un mouvement de bascule, autour de l'axe Digoin-Chagny, qui a déplacé la mer dans nos régions, au milieu de l'époque carbonifère.

» En effet, tous les lambeaux carbonifères du Morvan sont de l'époque de Tournai. Dans la bande occidentale comprise entre Remilly et Luzy, mise en contact à l'aide d'une faille avec l'archéen de Luzy, sans intercalation aucune de dévonien, j'ai recueilli soixante-quinze espèces fossiles des plus caractéristiques.

» Exemples : *Spirifer tornacensis* de Kon., *Id. Rœmerianus* de Kon., *Chonetes variolata* d'Orb., *Productus semi-reticulatus* Mart., *Id. Flemingii* J. Sowerby, *Athyris Roissyi* Lèveillé, *Orthis Michelini* Lév., *Acambona serpentina* de Kon., *Rhynchonella acutirugata* de Kon., *Retzia ulothrix* de Kon., *Porcellia Puzo* Lèveillé, *Archæocidaris Nerei* Müntz, *Cladochonus Michelini* M. Edw. et J. Haime, etc., etc.

» A Cussy-en-Morvan, dans le marbre crinoïdique, j'ai recueilli *Cyathophyllum Murchisoni* M. Edw. et J. H., polypier exclusivement tournaisien.

» Toute la région située dans le Plateau central, au sud de l'axe Digoin-Chagny, appartient à l'assise de Dinant de l'étage viséen. J'y ai découvert plus de 120 espèces dans les gisements tels que Propières, Létra, le Goujet (Rhône), Montmain, Nérondes, Saint-Germain-Laval, Régny, Naconne, Montagny, Combres (Loire), Thizy (Rhône), Ferrières, Cheval-Rigon (Allier), Évaux (Creuse).

» Les espèces qui caractérisent le mieux cet horizon en Belgique s'y rencontrent en abondance.

Exemples : *Productus Cora* d'Orb., *Chonetes comoides* Sow., *Id. papilionacea* Ph., *Euomphalus crotalostoma* M. Coy, *Natiria lyrata* Phill., *Scaldia Julieni* de Kon., *Palæchinus gigas* M. Coy, *Syringopora ramulosa* Goldfuss., etc., etc.

» Enfin, l'assise supérieure de Visé que j'ai découverte en 1872, à l'Ardoisière, près Vichy, renferme seule la faune célèbre de l'horizon supérieur belge, dont je rappelle ici les principaux types :

» *Productus giganteus* Mart. (de grosse taille), *Spirifer bisulcatus* Sow. (*idem*), *Nautilus sulcatus* Sow., *Posidoniella vetusta* J.-D.-C. Sow., *Archæocidaris Urvii* Flem, *Palæchinus Lacazei* (nov. sp.), *Melonites Gaudryi* (nov. sp.), *Lithostroction irregulare* Phill., *Id. junceum* M. Edw. et J. H., etc., etc.

» *Grès anthracifère*. — De cette classification des horizons marins, exclusivement appuyée sur la Paléontologie, découle comme conséquence celle du groupe continental, supérieur, ou formation du grès anthracifère, y compris les porphyres qui lui sont intimement associés.

»  $\alpha$ . Le grès anthracifère et les porphyres bruns du Morvan sont d'âge waulsortien.

»  $\beta$ . Le grès du Beaujolais, du Roannais et de la Creuse, le porphyre granitoïde et ses congénères étudiés par M. Michel-Lévy, sont d'âge viséen et synchroniques de l'assise supérieure de Visé.

»  $\gamma$ . Le grès supérieur de l'Ardoisière est de l'époque houillère inférieure. Il est le seul représentant dans le Plateau central du Millstone-grit anglais ou de l'étage namurien des Belges.

»  $\delta$ . Les vastes épanchements du porphyre quartzifère sont de l'époque houillère moyenne.

» *Double oscillation du Plateau central autour de l'axe Digoïn-Chagny.* — La découverte d'une double oscillation du Plateau central, dans le cours de la période carbonifère, résulte encore de nos études paléontologiques. Le Morvan basculant autour de l'axe en question, servant de charnière, s'affaisse, et la mer le recouvre entièrement. Un mouvement inverse s'accomplit dès l'aurore de l'époque de Waulsort. Il se relève, s'émerge, et le Plateau central, situé au sud de l'axe, s'affaisse à son tour. Le mouvement est suffisamment prononcé dès le début de l'assise de Dinant, pour permettre à la mer de le recouvrir jusqu'au parallèle de Clermont-Ferrand. La durée de la période de Waulsort a été consacrée, chez nous, à l'émersion du Morvan et à la submersion du Plateau central, et l'on s'explique ainsi l'absence de cette faune dans nos régions. A la fin de la formation de l'assise de Dinant, un relèvement général met à sec le Plateau central. Toutefois la mer séjourne encore pendant la durée de l'assise de Visé, au nord du Forez, à l'Ardoisière, près de Vichy. Enfin le Plateau central, définitivement émergé, dépasse le niveau de la mer jusqu'à l'époque du trias où se dessine derechef un nouveau mouvement de descente. »

M. FAURIE adresse une Note sur le recuit des métaux (Extrait).

« ... Il existe pour chaque métal une température A au delà de laquelle, la résistance continuant à décroître, la malléabilité n'augmente plus. Il existe également une autre température B où, la résistance par millimètre carré décroissant toujours, la malléabilité commence aussi à décroître. Enfin la différence des températures B et A paraît être une fonction des effets résiduels des recuits antérieurs. »

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 31 MARS 1890.

PRINCE ROLAND BONAPARTE. — *Le glacier de l'Aletsch et le lac de Märjelen*. Paris, G. Chamerot, 1889; br. in-4°. — *Le premier établissement des Néerlandais à Maurice*. Paris, G. Chamerot, 1890; br. in-4°. — *La Laponie et la Corse*. Genève, R. Burkhardt, 1889; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

*Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève*. Tome XXX, seconde Partie, 1889-1890; 1 vol. gr. in-4°.

*Société d'encouragement pour l'Industrie nationale. Annuaire pour l'année 1890*. Paris, G. Chamerot, 1890; 1 vol. in-18.

*Bulletin de la Station agronomique de la Loire-Inférieure. Exercice 1888-1889*. Nantes, L. Mellinet et C<sup>ie</sup>, 1890; br. in-8°.

*L'or et la transmutation des métaux; par G. THÉODORE TIFFEREAU*. Paris, H. Chacornac, 1889; 1 vol. petit in-8° carré.

*Relatorio annual da estação agronomica de Campinas em 1889; por Prof. Dr. PHIL. F.-W. DAFERT*. Sao Paulo, Seckler e Comp., 1890; br. in-4°.

*Atti della Accademia Gioenia di Scienze naturali in Catania. Anno LXV, 1888-1889. Serie quarta, Volume I*. Catania, C. Galatola, 1889; 1 vol. in-4°.

CASTILLO NEGRETE. — *Oradores de Mexico en el siglo XIX*. Mexico, J. Guzman y Hermanos, 1880-1889; 3 vol. in-8°.

*Seventh annual report of the United States geological Survey to the Secretary of the Interior, 1885-1886; by J.-W. POWEL*. Washington, Government printing Office, 1888; 1 vol. in-4°.

*Astronomical observations made at the observatory of Cambridge under the superintendence of J.-C. Adams. Vol. XXII, for the years 1866, 1867, 1868 and 1869*. Cambridge, at the University press, 1890; 1 vol. gr. in-4°. *Appendices; by Professor J.-C. ADAMS*. Br. gr. in-4°.

*Medical and surgical Memoirs. Containing investigations on the geographical distribution, causes, nature, relations and treatment of various diseases*

( 1855-1890 ); by JOSEPH JONES, Volume III, Part I and Part II. New Orleans. 1890; 2 vol. gr. in-8°.

*Medico-Chirurgical transactions*, published by the royal medical and surgical Society of London. Volume the seventy-second. ( Second series. Volume the fifty-fourth.) London, Longmans, Green and Co. 1889; 1 vol. gr. in-8°.

*Investigation of the Fur-Seal and other fisheries of Alaska*. Washington, Government printing Office, 1889; 1 vol. gr. in-8°.

*Proceedings of the Boston Society of natural History*. Vol. XXIV, Part I and II. Boston, 1889; 2 br. gr. in-8°.

*The medico-legal Journal* ( published under the auspices of the medico-legal Society of New-York ). Vol. VII, n° 3, december 1889; 1 vol. gr. in-8°.

*Journal of the American chemical Society*. Vol. XII, n° 2, February, 1890. New-York; br. gr. in-8°.

*Proceedings and transactions of the nova Scotian Institute of natural Science*. Vol. VII, Part III. Halifax, N.-S.-Wm. Macnab, 1889; 1 vol. gr. in-8°.

*Journal and Proceedings of the royal Society of New South Wales*. Vol. XXIII, Part I, 1889. Sydney, F.-W. White; 1 vol. gr. in-8°.

*Proceedings of the royal Irish Academy*. Third série. Vol. I, n° 2. Dublin, published by the Academy, 1889; 1 vol. gr. in-8°.

*The transactions of the royal Irish Academy*. Volume XXIX, Part XII. (*The pectoral group of muscles*; by BERTRAM C.-A. WINDLE.) Dublin, published by the Academy, 1889; br. in-4°.



